

Aus der Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin des Universitätsklinikums
Marburg

Direktor: Prof. Dr. med. Wulf

In Zusammenarbeit mit dem Bonifatius Hospital Lingen/Ems

Klinik für Anästhesie und Schmerztherapie

Leiter: PD Dr. med. Höltermann

Titel der Dissertation:

Die Behandlung der intraoperativen Hypotonie im Spiegelbild des klinischen Prozessmanagements -Eine prospektive pharmakoökonomische Analyse-

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Humanmedizin
dem Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Jennifer Ortmeier

geboren in Dortmund

Marburg, 2018

Angenommen vom Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg am
26.11.2018

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs.

Dekan: Herr Prof. Dr. H. Schäfer

Referent: Herr PD Dr. W. Höltermann

1. Korreferent: Frau Prof. Dr. M. Parahuelva

Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrund.....	2
2	Studienziel.....	4
3	Grundlagen der Kostenrechnung	4
3.1	<i>Kostenträgerrechnung.....</i>	5
3.1.1	Divisionskalkulation.....	6
3.1.2	Äquivalenzziffernkalkulation	6
3.1.3	Kuppelproduktionskalkulation	6
3.1.4	Zuschlagskalkulation	6
3.1.5	Prozesskostenrechnung	7
3.2	<i>Gegenüberstellung Zuschlagskalkulation und Prozesskostenrechnung.....</i>	8
4	Prozessmanagement	9
4.1	<i>Patientenzentrierte Behandlungspfade</i>	10
4.1.1	Prozessabläufe eines chirurgischen Patienten.....	11
4.2	<i>Die Anästhesie als Teilprozess im klinischen Behandlungspfad</i>	13
4.2.1	Prä-, intra- und postoperatives Anästhesiemanagement	14
5	Die intraoperative Hypotonie – Klinische Relevanz der Fragestellung	15
5.1	<i>Auslöser der intraoperativen Hypotonie</i>	18
5.2	<i>Behandlung intraoperativer Hypotonien.....</i>	20
5.2.1	Lagerungsänderung.....	20
5.2.2	Erhöhung des venösen Rückstroms mittels Kompression	20
5.2.3	Volumentherapie	20
5.2.4	Medikamentöse Therapie	21
5.3	<i>Medikamentenkosten.....</i>	23
6	Patienten, Material und Methoden.....	23
6.1	<i>Sequenzenerhebungsbogen</i>	25
6.1.1	Sequenzenerhebungsbogen Seite 1	25

6.1.2	Sequenzenerhebungsbogen Seite 2	27
6.1.3	Sequenzenerhebungsbogen Seite 3	29
7	Ergebnisse	31
7.1	<i>Patienten, Krankenhäuser</i>	31
7.2	<i>Material – und Personalkosten</i>	31
7.3	<i>Initiale Akrinor®-Gabe</i>	32
7.3.1	Einfachgabe	32
7.3.2	Zweifachgabe	33
7.3.3	Dreifachgabe	33
7.3.4	Berechnung der Prozesskosten	33
7.4	<i>Initiale Noradrenalingabe</i>	35
7.4.1	Einmalige Gabe.....	36
7.4.2	Zweimalige Gabe	37
7.4.3	Dreimalige Gabe	39
7.4.4	Berechnung der Prozesskosten	42
7.5	<i>Gegenüberstellung</i>	42
7.6	<i>Vergleichbarkeit der beiden Patientengruppen</i>	42
8	Diskussion	43
8.1	<i>Hintergrund der Fragestellung</i>	43
8.2	<i>Essentielle Ergebnisse</i>	43
8.3	<i>Die eigene Arbeit im Kontext der wirtschaftlichen Lage deutscher Krankenhäuser</i> ...	44
8.4	<i>Die eigene Arbeit im Kontext der Kostenrechnungssysteme</i>	47
8.5	<i>Die eigene Arbeit mit Blick auf die klinische Relevanz</i>	47
8.6	<i>Grenzen und Schwächen der vorgelegten Untersuchung</i>	50
8.7	<i>Hypothesen und Ausblick</i>	51
9	Zusammenfassung	52
10	Abstract.....	54

10.1	<i>Objective</i>	54
10.2	<i>Methods and results</i>	54
10.3	<i>Conclusions</i>	54
11	Anhang	55
12	References	59
13	Verzeichnis der akademischen Lehrer.....	66
14	Danksagung.....	67

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Krankenhäuser	2
Abbildung 2: Kostenträgerrechnung	5
Abbildung 3: Gesamtprozessablauf eines chirurgischen Patienten.....	11
Abbildung 4: Teilprozess Operationsabteilung, modifiziert nach [16].....	11
Abbildung 5: Anästhesieprozess, modifiziert nach [69].....	14
Abbildung 6: Anteil der ausgewerteten Patientenfälle am Gesamtkollektiv.....	24
Abbildung 7: Grund - und Patientendaten.....	26
Abbildung 8: Narkose - und Operationsdaten	26
Abbildung 9: Materialverbrauch	27
Abbildung 10: Bolusapplikation	27
Abbildung 11: Bolusgabe.....	29
Abbildung 12: Ablauf Perfusor®	29
Abbildung 13: Verwendung eines Perfusors®	30
Abbildung 14: Berechnung der Gesamtpersonalkosten pro Anwendung	32
Abbildung 15: Initiale Akrinor®-Gabe.....	32
Abbildung 16: Initiale Akrinor®-Gabe – Personalbindungszeit (B = Bolusgabe, P = Perfusor®-gabe)	34
Abbildung 17: Initiale Akrinor®-Gabe – Kosten (B = Bolusgabe, P = Perfusor®-gabe)	34
Abbildung 18: Initiale Noradrenalingabe	35
Abbildung 19: Einmalige Gabe (B = Bolusgabe, P = Perfusor®-gabe).....	35
Abbildung 20: Initiale Noradrenalingabe - Einmalige Gabe – Personalbindungszeit (B = Bolusgabe, P = Perfusor®-gabe)	36
Abbildung 21: Initiale Noradrenalingabe - Einmalige Gabe – Kosten (B = Bolusgabe, P = Perfusor®-gabe).....	37
Abbildung 22: Zweimalige Gabe (B = Bolusgabe, P = Perfusor®-gabe)	37
Abbildung 23: Initiale Noradrenalingabe - Zweimalige Gabe – Personalbindungszeit (B = Bolusgabe, P = Perfusor®-gabe)	39
Abbildung 24: Initiale Noradrenalingabe - Zweimalige Gabe – Kosten (B = Bolusgabe, P = Perfusor®-gabe).....	39
Abbildung 25: Dreimalige Gabe (B = Bolusgabe, P = Perfusor®-gabe).....	40
Abbildung 26: Initiale Noradrenalingabe - Dreimalige Gabe – Personalbindungszeit (B = Bolusgabe, P = Perfusor®-gabe)	41

Abbildung 27: Initiale Noradrenalingabe - Dreimalige Gabe -Kosten (B = Bolusgabe, P = Perfusor®-gabe).....	41
Abbildung 28: Initiale Noradrenalingabe - Gesamtdarstellung	55

Liste der verwendeten Abkürzungen

Abkürzung	Bezeichnung
A	Akrinor®
ACE	Angiotensin Converting Enzyme
ASA	American Society of Anesthesiology
AT	Angiotensin
B	Bolus
B(A)	Bolus Akrinor®
B(NA)	Bolus Noradrenalin
BIS	Bispectralindex
DRG	Diagnosis Related Groups
EKG	Elektrokardiografie
Et al.	Et alia
i.v.	intravenös
KHG	Krankenhausfinanzierungsgesetz
Imi	Leistungsmengeninduziert
Imn	Leistungsmengenneutral
MAC	Minimale alveoläre Konzentration
mg	Milligramm
µg	Mikrogramm
min	Minute
ml	Milliliter
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule
N	Noradrenalin
n	Statistik: Anzahl der Merkmalsausprägungen
NaCl	Natriumchlorid
OP	Operation
OPS	Operationen- und Prozedurenschlüssel
P	Perfusor® (Spritzenpumpe)
P(NA)	Noradrenalin-Perfusor®
Sec.	Sekunde
SGB	Strafgesetzbuch
z.B.	Zum Beispiel

1 Hintergrund

Die wirtschaftliche Lage deutscher Krankenhäuser befindet sich in einem stetigen Wandel. Durch die Einführung des DRG Systems (Diagnosis Related Groups¹) 2003 in Deutschland hat sich die Abrechnungsgrundlage der Krankenhäuser mit den Krankenkassen stark verändert. Die Abrechnung über Tagessätze wich einer Abrechnung anhand von Fallpauschalen. Bei der Eingruppierung in sogenannte Fälle sind neben der Hauptdiagnose und die zur Anwendung gekommenen Prozeduren auch weitere Daten wie Alter, Geschlecht und Nebendiagnosen des Patienten erlösrelevant. Die Diagnose des Patienten wird anhand der Klassifikation gemäß ICD-10² und die durchgeführten Prozeduren nach dem OPS-301³ verschlüsselt. [zitiert nach [42]]

Um ihre Existenz zu sichern, müssen Krankenhäuser ihre hochwertigen Leistungen bezahlbar anbieten [13]. Eine Effizienzsteigerung werde nach Meinungen der Befürworter der DRG über eine Einführung von Qualitätssicherung bei wachsender Versorgungsqualität erreicht [14].

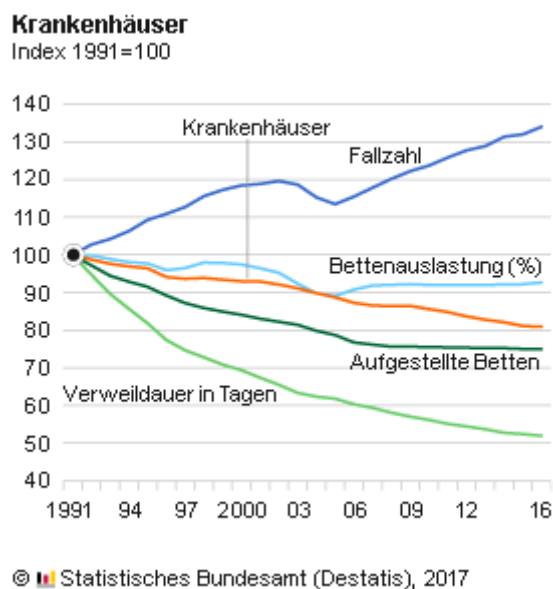


Abbildung 1: Krankenhäuser

Das statistische Bundesamt veröffentlichte 2017 Daten, die zeigen, dass seit 1991 in deutschen Krankenhäusern die durchschnittliche Verweildauer in Tagen von Patienten um über 40 % sank. Gleichzeitig wurde eine Steigerung der Fallzahlen auf über 130 % des Ausgangswertes verzeichnet und ein Rückgang der Krankenhäuser um fast 20 % (Abbildung 1). [19]

¹ Gesetzliche Grundlage:

Gesetz zur wirtschaftlichen Sicherung der Krankenhäuser und zur Regelung der Krankenhauspflegesätze (Krankenhausfinanzierungsgesetz - KHG)

§ 17b Einführung eines pauschalierenden Entgeltsystems für DRG-Krankenhäuser

² ICD 10: International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems

³ OPS-301: Operationen – und Prozedurenschlüssel nach §301 SGB V

Dass rund die Hälfte der Krankenhäuser rote Zahlen schreibt verdeutlicht die schlechte Lage deutscher Krankenhäuser. Das Krankenhausmanagement steht vor der Herausforderung sich in dem immer weiter wettbewerblich organisierten Krankenhausmarkt zu etablieren. Insbesondere Preisregulierungen und die Entwicklungen der Qualitätssicherung gewinnen an Bedeutung und fordern einen Veränderungsprozess. Da im Krankenhaus die Behandlung des Patienten im Vordergrund steht, wird das Management der klinischen Leistungsprozesse zur wichtigen Aufgabe des Krankenhausbetriebs. Ein solches, am Prozess orientiertes, Management vereint die Vorteile einer nachhaltigen Optimierung der Versorgungsqualität mit optimalem Ressourceneinsatz. Dadurch wird neben einem kosteneffizienteren Behandlungsprozess auch die Mitarbeiterzufriedenheit gesteigert. [6]

Vor der Einführung des DRG-Fallpauschalen-Vergütungssystems stiegen die Erlöse mit der stationären Aufenthaltsdauer der Patienten an. Nach der Änderung des Vergütungssystems erhöht sich der Erlös mit der Kürze und Effizienz der Patientenbehandlung. Aus den seither gestiegenen Fallzahlen, bei gleichzeitiger Reduktion der Verweildauer, geht ein Wettbewerb der Krankenhäuser hervor. Nachdem primär auf den wachsenden Wirtschaftlichkeitsdruck mit Personalentlassungen reagiert wurde, folgte die Modifizierung klinischer Kernprozesse, die im Zuge der Produktivitätssteigerung an Bedeutung gewannen. [16]

Der Behandlungsprozess besteht aus mehreren Teilschritten, die je nach Ressourcenverfügbarkeit und Dringlichkeit in der Reihenfolge variieren und abhängig vom individuellen Patienten auch unterschiedliche Zeit in Anspruch nehmen können. Durch die Etablierung der Prozessorganisation findet ein Wandel von abteilungsorientiertem Management zu behandlungspfadorientiertem Prozessmanagement statt. Um die Kosten eines Prozesses transparent zu machen, eignet sich die Prozesskostenrechnung, die eine differenzierte Betrachtung der Teilprozesse beinhaltet und anfallende Kosten verursachungsgerechter verteilt. [16]

Diesen Überlegungen folgend wird in dieser pharmakoökonomischen Studie die Behandlung der intraoperativen Hypotonie im Spiegelbild des klinischen Prozessmanagements betrachtet und mit Hilfe der Prozesskostenrechnung einer wirtschaftlichen Bewertung zugänglich gemacht. Insbesondere unter Berücksichtigung des Hauptkostentreibers, der Personalbindungszeit, sollten Behandlungsalternativen verglichen und hinsichtlich möglicher Unterschiede in der Effizienz analysiert werden.

2 Studienziel

Die nachfolgende prospektive Analyse beschäftigt sich mit der Frage, ob sich die Behandlung der intraoperativen Hypotonie, als Teilprozess eines anästhesiologischen Behandlungsprozesses, unter Betrachtung zweier Medikamente, bei vergleichbarem medizinischem Nutzen, zeit- und kostengünstiger gestalten lässt.

Die Fragestellung, ob die initiale Behandlung der intraoperativen Hypotonie mit Noradrenalin kostengünstiger als die initiale Behandlung mit Cafedrin/Theodrenalin (Akrinor®) ist, lag der vorliegenden Arbeit zugrunde. Während Akrinor® als Bolus verabreicht wird, bedarf es bei der Behandlung mit Noradrenalin der Verwendung eines Perfusors®. Dem niedrigeren Einkaufspreis von Noradrenalin steht ein zeitlich aufwendigerer Vorbereitungsprozess gegenüber. Durch Anwendung der Prozesskostenrechnung sollen die tatsächlichen Therapiekosten ermittelt und einem Vergleich zugänglich gemacht werden.

Weiterhin soll geprüft werden, ob die Prozesskostenrechnung im Rahmen des klinischen Prozessmanagements ein geeignetes Instrument zur Erfassung von Behandlungskosten im Krankenhaus darstellt und in welchem Kontext sich diese Kostenrechnungsart auch für andere klinische Teilprozesse etablieren könnte.

Zur Ermittlung der Prozesskosten mittels Prozesskostenrechnung gibt es mehrere Möglichkeiten. Besitzen die Personalkosten, wie im vorliegenden Fall, den größten Kostenanteil an einem Prozess, so kann man zunächst nur diesen Personalkostenanteil analysieren. Weitere anfallende Kosten, wie beispielsweise Stromkosten, finden anschließend eine zu den Personalkosten proportionale Zuordnung zu den Prozessen. [zitiert nach [47]]

Um die beiden Behandlungsalternativen [Akrinor® versus Noradrenalin] mit der Prozesskostenrechnung analysieren und vergleichen zu können, bedarf es zunächst einer Prozessbeschreibung und einer Eingliederung der Teilprozesse in den klinischen Hauptprozess. Da es sich bei der Behandlung der intraoperativen Hypotonie um einen personalkostendominierenden Prozess handelt, müssen insbesondere die genauen Personalbindungszeiten gemessen werden.

3 Grundlagen der Kostenrechnung

Das interne betriebswirtschaftliche Rechnungswesen besteht aus den Teilgebieten Finanzrechnung, Investitions- und Kostenrechnung. Die Aufgaben der Kostenrechnung bestehen in Planung, Kontrolle und Dokumentation einzelner innerbetrieblicher Prozesse. Zur Planung

gehört unter anderem die Bewertung von Handlungsalternativen. In diesem Bereich werden die verursachten Kosten dem durch den Prozess entstandenen Nutzen gegenübergestellt. Die Wirtschaftlichkeitskontrolle prüft die Ökonomie von Produktionen bzw. Prozessen. Führt ein Teilprozess zu einem verhältnismäßig überhöhten Faktorverbrauch oder fallen überhöhte Beschaffungspreise an, kann dieser Bereich als ineffizient erkannt werden. Eine Schwierigkeit in der Kostenkalkulation besteht darin, unter Beachtung des Verursachungsprinzips anfallende Kosten den Kostenträgereinheiten zuzuordnen. [72]

3.1 Kostenträgerrechnung

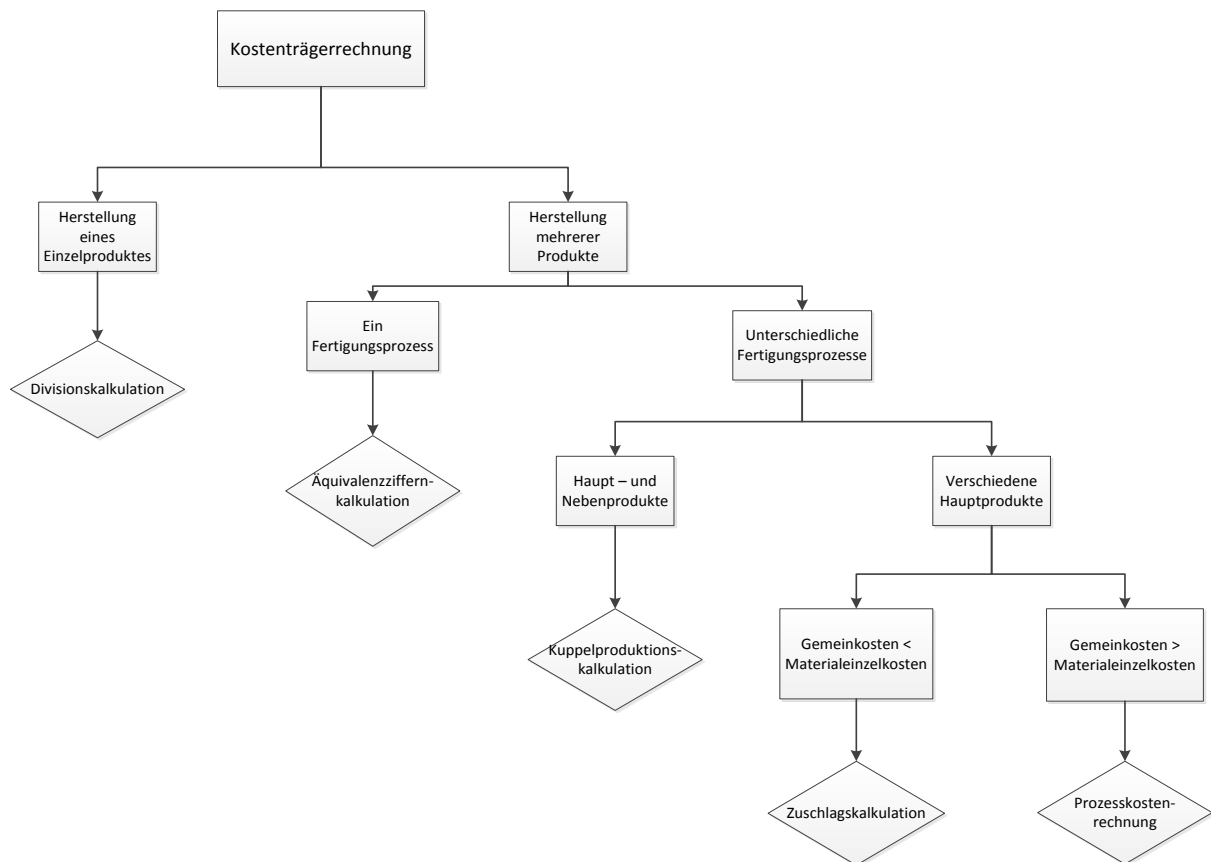


Abbildung 2: Kostenträgerrechnung

Die Kostenträgerrechnung verdeutlicht, wofür Kosten in einem Unternehmen anfallen. Die Kostenträger können dabei sowohl gefertigte Produkte als auch Dienstleistungen sein. In der Kostenträgerrechnung finden vier Kalkulationsverfahren Anwendung:

- Divisionskalkulation
- Äquivalenzkalkulation
- Kuppelproduktkalkulation
- Zuschlagskalkulation.

[72]

3.1.1 Divisionskalkulation

In der Divisionskalkulation werden die jeweils in einer Periode anfallenden Gesamtkosten durch die Produktionsmenge dividiert, um so die Kosten pro Kostenträgereinheit zu berechnen [72]. Es handelt sich hierbei um ein Kalkulationsverfahren, das aufgrund seiner Beschränkung auf Einproduktbetriebe nicht auf einen Krankenhausbetrieb anwendbar ist.

3.1.2 Äquivalenzziffernkalkulation

Voraussetzung für die Anwendung der Äquivalenzziffernkalkulation ist das Vorhandensein eines technischen Fertigungsprozesses, der von ähnlichen Produkten durchlaufen wird. Der Anteil, den jedes Produkt im Fertigungsprozess verursacht, wird mittels Äquivalenzziffer gewichtet. Auf diese Weise entsteht eine Vergleichbarkeit. [72] Auch dieses Kalkulationsverfahren ist auf einen Krankenhausbetrieb nicht anwendbar, da der Krankenhausbetrieb keinen technischen Fertigungsprozess darstellt.

3.1.3 Kuppelproduktionskalkulation

Entstehen in einem Produktionsprozess aus einem Ausgangsprodukt zwangsweise mehrere Erzeugnisse, so spricht man von einer Kuppelproduktion. Zur Kalkulation solcher verbundenen Erzeugnisse kann man nach Gleichsetzung der Kosten und Erlöse für die Nebenprodukte die Kosten des Hauptprodukts berechnen. [72] Eine Anwendung auf den Krankenhausbetrieb ist wiederum nicht möglich, da ein Produktionsprozess mit Herstellung von Erzeugnissen nicht stattfindet.

3.1.4 Zuschlagskalkulation

Handelt ein Betrieb mit artverschiedenen Produkten oder Einzelanfertigungen, so finden die oben beschriebenen Kalkulationsmodelle keine Anwendung mehr. In diesen Fällen müssen folglich die Gemeinkosten genauer den verschiedenen Einzelkosten über Zuschlagssätze zugeordnet werden. [72]

Kosten, die einem Kostenträger direkt zugeordnet werden können, werden als Einzelkosten bezeichnet, während sich im Gegensatz dazu Gemeinkosten nicht direkt einer Leistung zuordnen lassen [1].

In der vorliegenden Studie beinhalten die Einzelkosten die jeweiligen Materialkosten der zu vergleichenden Medikamente. Die Gemeinkosten, die unter anderem aus Personal-, Miet- und Zinskosten etc. bestehen, werden über einen Zuschlagssatz den jeweiligen Einzelkosten

zugeordnet. Der Zuschlagssatz lässt sich über die Gemeinkosten und die Summe der Materialkosten berechnen:

$$\text{Zuschlagssatz} = \text{Gemeinkosten} / \text{Einzelkosten} * 100 \%$$

. [72]

In der beschriebenen Zuschlagskalkulation ist eine genaue Bestimmung der Gemeinkosten nicht möglich. Da es sich in dem hier betrachteten Teilprozess um Bedarfsmedikationen handelt, fehlt eine genaue Datenbasis der Gemeinkosten. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die Gemeinkosten, welche unter anderem die Gehälter beinhalten, über 100 % der Einzelkosten ausmachen.

Mit steigendem Gemeinkostenanteil wird die Zuschlagskalkulation als Kostenträgerrechnung ungenau [72].

3.1.5 Prozesskostenrechnung

Die Prozesskostenrechnung ist eine Vollkostenrechnung, die sich aus den traditionellen Kostenrechnungssystemen entwickelt hat. Diese hatten einen Vorteil zu Zeiten als die Gemeinkosten nur einen kleinen Anteil an den Gesamtkosten hatten. Die Gemeinkosten wurden willkürlich den Produktkosten zugeordnet. Dabei kam der Komplexität in der Produktherstellung keine Bedeutung zu. Einzelanfertigungen und Produkte aus Serienproduktion wurde der gleiche prozentuale Anteil der Gemeinkosten zugeordnet. Diese Ungenauigkeit der Kostenzuordnung reduziert sich durch die Anwendung der Prozesskostenrechnung, die die Kosten der indirekten Leistungsbereiche transparenter macht und so eine Verbesserung der Produktkalkulation ermöglicht. Der Anstieg der Gemeinkosten basiert unter anderem auf Automatisierung durch die Einführung technischer Produktionsanlagen und der Einführung elektronischer Datenverarbeitung. [zitiert nach [47]]

Die Vorteile der Prozesskostenrechnung zeigen sich unter anderem im Dienstleistungsbereich, da die im Unternehmen entstehenden Kosten auf Einzelleistungen verteilt werden können. Der Gesamtprozess in einem Unternehmen wird in kleinere repetitive Teilprozesse gegliedert, für die anschließend die jeweiligen Kostentreiber ermittelt werden. Mit Hilfe dieser Kostentreiber können die Prozesskostensätze jedes Teilbereiches berechnet werden. Die gesteigerte Kostentransparenz macht eine genauere Kostenkontrolle möglich, die für einen effizienten Ressourcenverbrauch genutzt werden kann. [8]

Diesen Vorteilen der Prozesskostenrechnung stehen auch negative Eigenschaften gegenüber. Durch die genaue Analyse und Kostenzuordnung von Prozessen entsteht ein Mehraufwand, der seinerseits mit Kosten verbunden ist. Die Kosten der Einführung der Prozesskostenrechnung sollten dem Nutzen kritisch gegenübergestellt werden. [47]

Bei der Prozesskostenrechnung gibt es zwei verschiedene Prozessarten. Es gibt leistungsmengenneutrale Prozesse (Imn-Prozesse) und leistungsmengeninduzierte Prozesse (Imi-Prozesse). Die Imn-Prozesse fallen unabhängig vom Leistungsvolumen an. Im Bereich des Krankenhauses bedeutet es, dass die Gelder zur Krankenhausleitung prinzipiell unabhängig vom Patientenaufkommen sind. Anders sieht es bei den Imi-Prozessen aus: Die Gesamtkosten der Anästhesieabteilung steigen mit Erhöhung des Operationsaufkommens. Je mehr Narkosen durchgeführt werden, desto mehr Kosten entstehen. Um die genauen Kosten eines Teilprozesses transparent zu machen, müssen die Kosten der Imn-Prozesse prozentual den Imi-Prozessen zugeordnet werden. Anhand dieser Kostenrechnung können einzelne Teilbereiche des Gesamtprozesses analysiert und auf Wirtschaftlichkeit geprüft und gegebenenfalls optimiert werden. [72]

3.2 Gegenüberstellung Zuschlagskalkulation und Prozesskostenrechnung

Der bei der Zuschlagskalkulation ermittelte Zuschlagssatz ergibt sich aus dem Verhältnis der Gemeinkosten zu den Einzelkosten. Mit Hilfe dieses Zuschlagssatzes werden abhängig von den Materialeinzelkosten die Materialgemeinkosten berechnet. Die Zuschlagskalkulation teilt die Gemeinkosten also abhängig von den Materialeinzelkosten den Produkten zu. [72]

Dadurch werden Produkten mit hohen Materialeinzelkosten immer auch höhere Gemeinkosten zugeordnet [zitiert nach [47]].

In Unternehmen, in denen sehr viele verschiedene Produkte hergestellt werden und gleichzeitig die Gemeinkosten nur einen sehr geringen Anteil an den Gesamtkosten haben, findet die Zuschlagskalkulation Anwendung. Weil die Gemeinkosten vernachlässigbar klein sind ist die verursachungsgerechte Kostenverteilung von sehr niedrigen Gemeinkosten auf sehr viele Einzelprodukte unwirtschaftlich. [zitiert nach [47]]

Bei der Prozesskostenrechnung werden die Gemeinkosten beanspruchungsgerecht und damit unabhängig von den Materialeinzelkosten den einzelnen Prozessen zugeordnet. Dadurch werden Produkten mit komplexeren Prozessen, z.B. häufigere Prozessvorgänge, höhere Gemeinkosten zugeordnet. Dies wird als Komplexitätseffekt bezeichnet, welcher in der Zuschlagskalkulation keine Berücksichtigung findet. Vergleicht man diese beiden

Rechnungsarten, so ergeben sich unterschiedliche Selbstkosten. Die Differenz dieser unterschiedlichen Selbstkosten wird als Allokationseffekt bezeichnet. [8]

Ein dritter Effekt, der im Vergleich der beiden Verfahren deutlich wird, ist der Degressionseffekt. Während mit der Prozesskostenrechnung die Einzelkosten pro Stück mit steigender Stückzahl geringer werden, bleiben die Einzelkosten pro Stück bei der Zuschlagskalkulation unverändert. [8]

Grundsätzlich gilt, dass der Hauptkostentreiber innerhalb des Dienstleistungsbereichs zu finden ist, sobald der Zuschlagssatz die 100 % übersteigt. In diesem Fall liegen also die Gemeinkosten über den Einzelkosten, was eine proportionale Verteilung der Gemeinkosten zu den Einzelkosten auf die jeweiligen Kostenträger einschränkt. Eine verursachungsgerechte Kostenverteilung gemäß Zuschlagskalkulation ist demnach in diesem Fall nicht zu realisieren. Stattdessen kann die Prozesskostenrechnung herangezogen werden, welche die Gemeinkosten verursachungsgerecht an Teilprozesse bindet. Die Gemeinkosten werden beanspruchungsgerecht auf verschiedene Prozessabläufe verteilt. [72]

4 Prozessmanagement

Mit Einführung der Prozesskostenrechnung wurde auf die zunehmende Prozessorientierung in wirtschaftlichen Unternehmen reagiert. Damit wurde die bislang vorherrschende klassische Kostenrechnung abgelöst. [72]

Wie eingangs erwähnt findet mit Einführung des DRG-Systems auch in Krankenhäusern eine zunehmende Prozessorientierung statt, welche die klassische abteilungsinterne Wirtschaftlichkeitsprüfung in den Hintergrund und Behandlungsprozesse in den Vordergrund stellt.

Das Prozessmanagement bestimmt die Ziele und Gestaltung von Prozessabläufen und kontrolliert diese. Die Patientenzufriedenheit als Ziel des Prozessmanagements bedarf eines fehlerfreien, rechtzeitigen und kostengünstigen Behandlungsprozesses. Zur optimalen Prozesssteuerung müssen folglich Qualität, Zeit und Kosten berücksichtigt und optimiert werden. Die Reduktion von Durchlaufzeiten führt in der Regel zu einer Kostenersparnis, da diese Parameter in Relation zueinander stehen. Die Patientenzufriedenheit ist von einer subjektiven Wahrnehmung abhängig. Dabei spielen auch das tatsächliche Leistungs- und das individuelle Anspruchsniveau eine wichtige Rolle. Zufriedene Patienten haben eine für den Behandlungserfolg wichtige höhere Compliance. Sind Patienten mit der Behandlung in einem Krankenhaus zufrieden, so festigt dies die Anbindung an das Krankenhaus. Weitere

Krankenhausaufenthalte desselben Patienten können allein durch Vorliegen von Vorbefunden zu Zeit- und Kostenersparnissen führen. Um ein positives Image für ein Krankenhaus zu erreichen bedarf es über 90 % zufriedene Patienten. Dies ist unter anderem der Tatsache geschuldet, dass negative Erfahrungen eine stärkere Wirkung und eine höhere Verbreitung erfahren. Die Patientenzufriedenheit kann mittels Fragebögen oder Gesprächen eruiert werden. [zitiert nach [73]]

Prozessoptimierung braucht neben Zeit und Geld stets auch ein motiviertes Team, welches aktiv am Erfolg des Veränderungsprozesses mitarbeitet. Die Motivation zur Mitarbeit setzt das Wissen und Verstehen über die Notwendigkeit der Umstrukturierung seitens der Mitarbeiter voraus. Aktuell überwiegt in den deutschen Krankenhäusern ein auf Einzelleistungen basierendes Denken. Diese Denkweise berücksichtigt nicht den klinischen Gesamtprozess. Die interne Erfolgsbeteiligung wird an erbrachten Leistungen berechnet. Die auf Fallpauschalen basierte Vergütung der Krankenhäuser fordert unter Berücksichtigung des Gesamtprozesses vielmehr die Motivation zur Wahl einer kostengünstigeren Behandlung, bei medizinisch gleichwertigem Nutzen, oder das Unterlassen von unnötigen Leistungen. [zitiert nach [15]]

4.1 Patientenzentrierte Behandlungspfade

Die Prozessorganisation im Krankenhaus ist patientenzentriert und stellt den Behandlungsprozess in den Vordergrund, wobei nicht nur der gesamte Behandlungspfad, sondern auch Teilprozesse innerhalb des Gesamtprozesses betrachtet werden [16].

Die aus den USA stammende und zunächst industriell genutzte Netzplantechnik als Projektmanagementverfahren bildet die Grundlage klinischer Behandlungspfade⁴, die im Zuge der Einführung des DRG – Systems an Bedeutung gewannen. Der klinische Behandlungspfad wird vom multidisziplinären Behandlungsteam in jedem Krankenhaus selbst entworfen und genutzt. Er beinhaltet somit auch krankenhauserinterne Besonderheiten. Der Patient durchläuft, abhängig von der Aufnahmediagnose, einen klinischen Behandlungspfad. Durch die Implementierung klinischer Behandlungspfade können Kosten- und Behandlungsergebnisse genauer betrachtet werden. [32]

Die Einführung einer Prozessoptimierung bedarf zunächst einer Abbildung des IST – Zustandes. Der wirtschaftlichen Bewertung der Abläufe folgt das Aufdecken möglicher Schwachstellen und die Implementierung ökonomischer Alternativen. Orientierungshilfe bei der Erstellung von

⁴ In der Literatur existieren unter anderem folgende synonym verwendete Begriffe: klinischer Behandlungspfad, integrierter Behandlungspfad, Leitpfad, Clinical Pathway, Critical pathway [32].

klinischen Behandlungspfaden stellen Leitlinien dar, die als Empfehlungen zur Patientenversorgung rechtlich nicht bindend sind. Behandlungspfade sollen standardisiert und nach Möglichkeit evidenzbasiert und mittels Prozesskostenrechnung kostentransparent sein. Bei medizinisch gleichwertigen Behandlungen sollte der Ressourcenverbrauch geprüft werden. [zitiert nach [15]]

Dass die Einführung von Critical Pathways unter Beibehaltung der Patientenzufriedenheit und ohne Anstieg der Morbidität zu einer Kostenreduktion führen kann, wurde 1996 von Palmer et al. publiziert. Sie konnten zeigen, dass die klinische Prozessoptimierung im Rahmen einer radikalen retropubischen Prostatektomie zu einer Kostenreduktion von 32 – 35 % führt. [49]

Eine gut geplante patientenzentrierte Prozessstruktur im Krankenhaus hat mehrere positive Auswirkungen. Die Optimierung medizinischer Versorgungsqualität sowie ein gezielter Ressourceneinsatz auf Sachmittel- und Personalebene führen unter anderem zu Patienten- und Mitarbeiterzufriedenheit. Allerdings sind klinische Behandlungspfade nicht in allen Bereichen umsetzbar, da Leistungsprozesse im Krankenhaus im Vergleich zu Industrieprozessen komplexer und variationsreicher sind. So kann beispielsweise die Wirkung eines Medikamentes bei Patienten individuell verschieden sein. [7]

4.1.1 Prozessabläufe eines chirurgischen Patienten

4.1.1.1 Hauptprozess: Behandlungsprozess im Krankenhaus

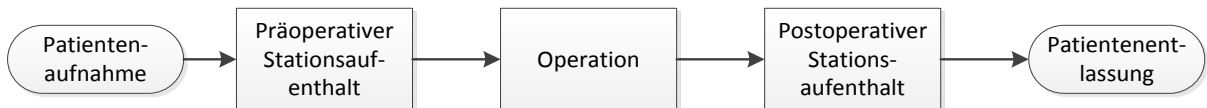


Abbildung 3: Gesamtprozessablauf eines chirurgischen Patienten

Patienten durchlaufen verschiedene Teilprozesse während eines Krankenhausaufenthaltes. Übergeordnete Prozesse sind in der operativen Medizin die Aufnahme des Patienten, die Diagnostik, die Anästhesie, die Operation und die postoperative Pflege bis zur Entlassung des Patienten. Zwischen den verschiedenen Teilprozessen entstehen Schnittstellen, die eine interdisziplinäre Zusammenarbeit der verschiedenen Bereiche notwendig macht. [16]

4.1.1.2 Prozessanalyse Operationsabteilung

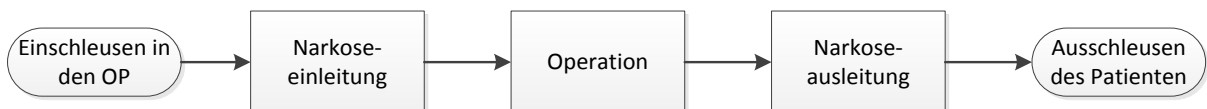


Abbildung 4: Teilprozess Operationsabteilung, modifiziert nach [16]

Auch im Operationsbereich werden die Parameter Qualität, Zeit und Kosten durch das Prozessmanagement berücksichtigt. Es gilt die Patienten- und Mitarbeiterzufriedenheit bei entsprechender Wirtschaftlichkeit der Abteilung zu erreichen. [73]

Die Operation eines Patienten stellt betriebswirtschaftlich einen sehr bedeutenden Teilprozess dar, da er sowohl einen großen Teil der Erlöse erwirtschaftet als auch einen Großteil der Gesamtkosten an der Patientenversorgung verursacht. Die Betriebskosten im Operationssaal betragen durchschnittlich 500 – 1000 € pro Stunde, was gerade in diesem Bereich eine gute Koordination von Prozessen erfordert. Abweichungen im geplanten Prozessablauf haben neben finanziellen Auswirkungen in der Regel auch Einfluss auf vor- und nachgeschaltete Prozesse im Krankenhausbetrieb. Die große Komplexität der Prozesse fordert vor allem eine Flexibilität in der Koordination. Bei größeren Operationseinheiten sollten diese Koordinationsaufgaben auf ein Operationsmanagement übertragen werden. Ziel ist es, die materiellen, personellen und räumlichen Ressourcen als wichtige Kostentreiber so einzusetzen, dass eine adäquate Auslastung der zur Verfügung stehenden Operationssäle bei möglichst kurzen Wechselzeiten resultiert. [7] Dabei stellen die Personalkosten mit einem Anteil von 70 – 80 % den größten Kostenfaktor an den Gesamtkosten dar [41]. Eine effiziente Planungssicherheit führt zu mehr Patienten- und Mitarbeiterzufriedenheit. Ein zufriedenes, geschultes und motiviertes Team bildet die Basis für einen gut funktionierenden Operationsprozess. [7]

Durch die Vielzahl an Personen unterschiedlichster Fachdisziplinen im Operationsbetrieb treffen dort auch verschiedene Interessen aufeinander. Der Operateur hat ein Leistungsinteresse und ist unter anderem auf ausreichende OP- Kapazitäten und qualifiziertes Personal angewiesen. Für die beteiligten Pflegekräfte und die Mitarbeiter der Anästhesieabteilung ist insbesondere eine gute Organisation mit verlässlichen Arbeitszeiten und einem guten Arbeitsklima von Interesse. [zitiert nach [73]]

Gliedert man den Prozess OP in Teilprozesse, so durchläuft der Patient zunächst die Anästhesievorbereitung. In diesem Bereich werden unter anderem Sicherheitsfragen gestellt und das Monitoring angeschlossen. Anschließend folgt die Anästhesieeinleitung mit Narkose, Muskelrelaxation und Intubation. Zwischen Ein- und Ausleitung der Narkose steht der eigentliche operative Eingriff mit Vor- und Nachbereitungen. In dieser Zeit ist die Aufgabe des Anästhesisten die Überwachung des Patienten und die Führung der Narkose. Die Anästhesieausleitung endet mit der Extubation des Patienten und der Übergabe eines stabilen Patienten an das Personal des Aufwachraums. [69]

4.1.1.3 Teilprozess anästhesiologische Patientenüberwachung

Der anästhesiologische Teilprozess der perioperativen Patientenbetreuung beinhaltet unter anderem die Kontrolle der Vitalparameter Blutdruck, Herzfrequenz, Atemfrequenz, Sauerstoffsättigung und Narkosetiefe. Sinkt im Rahmen dieser Überwachung der Blutdruck ab, so kann die Hypotonie mittels Noradrenalin-Perfusor® oder Akrinor®-Bolusgabe behandelt werden. [69] Die diesseitige Literaturrecherche ergab keine Studie, die die Kostenunterschiede dieser beiden Behandlungsalternativen transparent und vergleichbar macht.

4.2 Die Anästhesie als Teilprozess im klinischen Behandlungspfad

Die Anästhesieabteilung ist eine Fachabteilung im Krankenhaus, die von der Zuführung der Patienten anderer, meist operativer, Abteilungen abhängig ist. Sie ist als Teilprozess an der Patientenversorgung beteiligt und sollte möglichst effizient geführt und in den gesamten Behandlungsprozess eingegliedert werden. Um die Effizienz eines Prozesses zu visualisieren können Kennzahlen definiert werden. [2]

In dieser Studie werden insbesondere folgende Kennzahlen betrachtet:

- Inzidenz intraoperativer Hypotonien
- Personalkosten pro Behandlung einer intraoperativen Hypotonie
- Sachkosten pro Behandlung einer intraoperativen Hypotonie.

Hierbei handelt es sich um eine Auswahl von Kennzahlen, die lediglich einen von vielen Teilprozessen der Anästhesie widerspiegelt.

Zahlreiche Studien beschäftigten sich mit den allgemeinen Anästhesiekosten und stellen die Komplexität dieser Kostenerfassung heraus [40, 61, 68]. Schuster et al. fanden heraus, dass die Anästhesiekosten mit steigender Operationsdauer geringer werden und dass umgekehrt insbesondere kürzere Eingriffe verhältnismäßig kostenintensiv sind [61].

5,6 % der Patientenkosten im Krankenhaus sind laut einer Studie von Macario et al. Anästhesiekosten. Diese Kosten können sowohl in variable und Fixkosten, also Kosten, die mit dem Patientenaufkommen variieren oder nicht, als auch in direkte oder indirekte Kosten eingeteilt werden. Letztere beziehen sich darauf, ob sie direkt oder indirekt am Patienten angewendet werden. Insgesamt etwa die Hälfte der Anästhesiekosten sind danach variable direkte Kosten. Diese Kosten können gesenkt werden, solange das Wohl des Patienten nicht beeinträchtigt wird. Kleine Kostenersparnisse pro Patient können dabei aufsummiert eine hohe Kosteneinsparung bedeuten. Medikamentenkosten in der Anästhesie fallen unter die variablen

und direkten Kosten, die, wie zuvor beschrieben, etwa die Hälfte der Anästhesiekosten ausmachen. [40]

4.2.1 Prä-, intra- und postoperatives Anästhesiemanagement

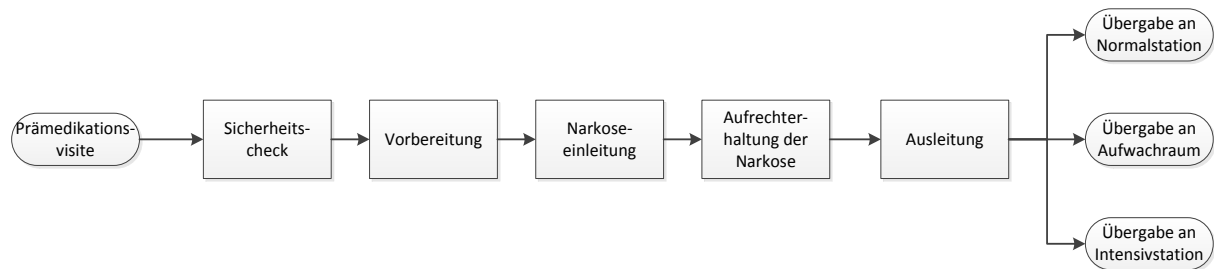


Abbildung 5: Anästhesieprozess, modifiziert nach [69]

Der Anästhesieprozess beginnt in der Regel bereits einen Tag vor der geplanten Operation. Der Anästhesist nimmt eine präoperative Einschätzung des Patienten vor. Hierzu gehört neben Anamnese und klinischer Untersuchung auch die Durchführung und Auswertung eingriffsrelevanter Voruntersuchungen. Anhand des ASA Scores⁵ kann eine Einstufung des Narkoserisikos erfolgen. Nach Auswahl des Anästhesieverfahrens folgt die Aufklärung des Patienten. Anschließend wird die Einverständniserklärung vom Patienten unterschrieben. [34]

Am Operationstag wird der Patient in den Operationsbereich gebracht und auf die Narkose vorbereitet. Der Patient durchläuft einen Sicherheitscheck, bei dem der Anästhesist die Patientendaten und die Vollständigkeit aller relevanten Unterlagen prüft. Weiterhin bekommt der Patient einen peripheren Venenverweilkatheter und wird an das notwendige Monitoring, bestehend aus EKG, Blutdruckmessung und Sauerstoffsättigung angeschlossen. Im Anschluss erfolgen, sofern es sich um eine Allgemeinanästhesie handelt, die Präoxygenierung, die Narkoseeinleitung und die Atemwegssicherung durch intratracheale oder supraglottische Verfahren. Die nun folgende Aufgabe des Anästhesisten ist die Aufrechterhaltung der Narkose. Nach Beendigung der operativen Maßnahmen wird der Patient bei vollständig zurückgekehrten Schutzreflexen und ausreichender Spontanatmung extubiert und an das Personal des Aufwachraumes übergeben. [35]

⁵ Der ASA Score (American Society of Anesthesiologie) [34] dient der Einschätzung des Narkoserisikos anhand von fünf Risikostufen:

ASA-1: Gesunder Patient

ASA-2: Leichte Allgemeinerkrankung ohne Leistungseinschränkung

ASA-3: Schwere Allgemeinerkrankung mit Leistungseinschränkung

ASA-4: Schwere, lebensbedrohliche Allgemeinerkrankung

ASA-5: Tod innerhalb von 24h mit oder ohne Operation zu erwarten.

5 Die intraoperative Hypotonie – Klinische Relevanz der Fragestellung

Diese Arbeit beschäftigt sich mit einem Teilprozess der intraoperativen anästhesiologischen Patientenüberwachung. Auf eine intraoperative Hypotonie wird derzeit in der Regel medikamentös reagiert. Zur Behandlung stehen unter anderem die in Deutschland für diese Behandlung am häufigsten verwendeten Medikamente Akrinor® und Noradrenalin zur Verfügung.

Mit der Inzidenz intraoperativer Hypotonien haben sich Bijker JB et al. in einer Studie beschäftigt. Die Autoren haben zunächst anhand einer umfangreichen Literaturrecherche herausgestellt, dass es viele verschiedene Definitionen von intraoperativer Hypotonie gibt. Auf Basis dieses Ergebnisses konnte gezeigt werden, dass die Angabe einer allgemeinen Inzidenz in Abhängig der jeweils zugrundeliegenden Definitionen stark schwankt. Je nachdem welche Definition zugrunde gelegt wird, finden sich verschiedene Inzidenzen. Die Autoren haben daraufhin anhand von 15.509 Anästhesieprotokollen die Inzidenz intraoperativer Hypotonien auf Basis unterschiedlicher Definitionen berechnet. Eingeschlossen wurden Anästhesieprotokolle erwachsener Patienten, die während einer nicht kardiologischen Operation eine Allgemeinanästhesie erhielten. Das Ergebnis ist eine Variationsbreite der Inzidenz zwischen 5 und 99 %, je nachdem welche Definition zugrunde gelegt wurde. Diese Studie verdeutlicht die Schwierigkeit, eine genaue Inzidenz intraoperativer Hypotonien zu finden. [9]

Klohr et al. untersuchten die Inzidenz der arteriellen Hypotonie nach Spinalanästhesie bei einer Sectio caesarea. Dazu werteten sie 63 Publikationen mit 7120 Patientenfällen aus. Die Literaturrecherche ergab, dass in den Publikationen 15 verschiedene Definitionen der Hypotonie verwendet wurden. Je nach zugrundeliegender Definition kamen sie zu einer Inzidenz zwischen 7,4 und 74,1 %. [30]

Als Risikofaktoren für die Entwicklung einer arteriellen Hypotonie sind unter anderem ein ASA Score von III-V, das Patientenalter größer oder gleich 50 Jahre und eine Narkoseeinleitung mit Propofol beschrieben. Das Auftreten arterieller Hypotonien ist dabei zwischen fünf und zehn Minuten nach Narkoseeinleitung höher als in den ersten fünf Minuten nach der Einleitung. [54]

Die Analyse von 25981 Patienten durch Hug et al. ergab eine Hypotonieinzidenz von 15,7 % nach Propofolgabe. Dabei wurde ein systolischer Blutdruck < 90 mmHg als Definition einer Hypotonie

verwendet. 77 % der Hypotonien traten in den ersten zehn Minuten nach Propofolgabe im Rahmen der Narkoseeinleitung auf. [27]

Eine randomisierte doppel-blind Studie stellte heraus, dass die Narkoseeinleitung mit Sevofluran verglichen mit Propofol seltener zu einer Hypotonie führt. Allerdings war dieses Verfahren für die Patienten unangenehmer. [66]

Die Bedeutung der Intervention bei intraoperativer Hypotension beschreiben Weyland et al. in ihrem Abstract „Intraoperative Hypotension – Pathophysiologie und Konsequenzen“. Insbesondere das Gehirn sei auf einen adäquaten Blutdruck und ein ausreichendes Sauerstoffangebot angewiesen. In Blutdruckbereichen außerhalb der möglichen Autoregulation könne es zu einer unzureichenden Sauerstoffversorgung kommen, die von hypoxieempfindlichen Organen wie Gehirn und Niere nur begrenzt toleriert werde. Weiterhin beschreiben die Autoren, dass ein Blutdruckabfall bei Gesunden im Gegensatz zu Patienten mit einer chronischen Hypertonie besser kompensiert werden könne. [70] In Deutschland sind etwa 30 Millionen Menschen Hypertoniker. Grundsätzlich steigt der Blutdruck mit dem Alter des Patienten. Etwa 50 % der Patienten wissen, dass eine Hypertonie bei ihnen besteht. [44]

Monk et al. fanden in einer prospektiven Studie anhand von 1064 Patientenfällen heraus, dass die 1-Jahres-Mortalität nach Operationen (herzchirurgische Eingriffe wurden in der Studie ausgenommen) signifikant von den Faktoren Patientenkomorbidität, gesamte Narkosedauer und intraoperative Hypotension abhängt. Sie kamen folglich zu dem Ergebnis, dass das intraoperative Anästhesiemanagement das Outcome nach einer Operation über längere Zeiträume stärker beeinflussen könne als bis dahin angenommen. [45]

Walsh et al. stellten 2013 durch eine analytische Untersuchung von 33.330 nichtkardiologischen Operationen heraus, dass schon ein kurzfristiger Abfall des mittleren arteriellen Druckes auf unter 55 mmHg mit dem Auftreten von akuten Nierenschädigungen und Myokardischämien verbunden ist [67].

Eine 2016 veröffentlichte Studie von Wickham et al. analysierte 481 Anästhesieprotokolle aus 25 britischen Kliniken. Die Analyse ergab, dass bei 26,8 % der über 65-jährigen Patienten ein MAP von <55 mmHg während der Operation auftrat. Bei 9,6 % dieser Patienten bestand die Hypotonie über einen Zeitraum von 20 Minuten. [71] Als Folge einer solchen Hypotonie können unter anderem Schlaganfälle, neurologische Defizite, Nierenschäden und Herzinfarkte entstehen [zitiert nach [71]].

Eine weitere Studie beschäftigte sich mit den Auswirkungen der Kombination von niedrigem Blutdruck, niedrigem BIS⁶ - Index und der niedrigen alveolären Konzentration⁷ volatiler Anästhetika auf die Länge des Klinikaufenthaltes und die Patientenmortalität. Die Autoren Sessler et al. kamen zu dem Ergebnis, dass in Fällen, in denen zwei dieser drei Parameter niedrig sind, sich die 30 - Tages – Mortalität verdoppelt. Sind alle drei Parameter erniedrigt, so steige auch die durchschnittliche Mortalität nochmals an. Eine alleinige Hypotonie erhöhte die Mortalität allerdings nicht. Die Autoren betonen, dass die hier als niedrig betrachteten Werte häufig von Anästhesisten routinemäßig toleriert würden. [62]

Bijker et al. konnten in einer Kohortenstudie mit 1705 erwachsenen Patienten, die allgemein- oder gefäßchirurgisch operiert wurden, zeigen, dass es bezogen auf die gesamte Gruppe keinen kausalen Zusammenhang zwischen dem Auftreten einer intraoperativen Hypotonie, unabhängig der zugrundeliegenden Definition, und der 1-Jahres Mortalität gibt. Dennoch konnte unter Verwendung einer alternativen Regressionsanalyse ein solcher Zusammenhang bei älteren Patienten beobachtet werden. [10]

In einer zweiten Studie von Sessler et al. wurde untersucht, ob der Einsatz von Vasopressoren die Mortalität in den Fällen senken kann, in denen gleichzeitig ein mittlerer arterieller Blutdruck von unter 75 mmHg, ein BIS Index unter 45 und eine MAC von kleiner als 0,7 vorliegt. Als Referenzgruppe wurden die Werte von Patienten herangezogen, in denen die drei Parameter nicht erniedrigt waren und auch keine vasopressive Behandlung erfolgte. Das Ergebnis dieser Studie zeigt die Bedeutung der drei Parameter, die Wichtigkeit der kontinuierlichen intraoperativen Überwachung und die Relevanz einer zügigen Behandlung bei Unterschreiten der Behandlungsschwelle. Wird eine Situation erreicht in der alle drei Parameter erniedrigt sind, so erhöht sich die 1 - Jahres Mortalität der Patienten in Abhängigkeit von der Zeit bis zur Intervention mit Vasopressoren. Wurde zügig interveniert, so stieg die Mortalität im Vergleich zur Referenzgruppe um 7 % an. Eine verzögerte Behandlung konnte diesen Wert auf 20 % steigern. Unbehandelt steige das relative Sterberisiko um 31 %. Das Ergebnis der beiden Studien verdeutlicht die zeitliche Relevanz der schnellen Intervention mit Vasopressoren. [58]

⁶ Mit Hilfe des bispektralen Index (BIS Index), kann anhand einer EEG Messung eine Aussage über die Vigilanz der Patienten getroffen werden [zitiert nach [36]].

⁷ Die minimale alveoläre Konzentration (MAC) ist ein Maß für die Wirkungsstärke eines Inhalationsanästhetikums [zitiert nach [33]].

5.1 Auslöser der intraoperativen Hypotonie

Zu den häufigsten narkoseassoziierten Komplikationen gehört die arterielle Hypotonie, die unter anderem aufgrund der peripheren Vasodilatation (Sympathikolyse) durch Hypnotikagabe entstehen kann. Weiterhin können eine vorbestehende Dehydratation sowie intraoperative Flüssigkeitsverluste das Auftreten einer Hypotonie begünstigen. [69]

In einer 2015 veröffentlichten Studie von Cheung et al. wurde die Verwendung eines HEART Score zur präoperativen Identifizierung von Patienten mit einem erhöhten Risiko für intraoperative Hypotonien empfohlen. Folgende Punkte wurden als Risikofaktoren identifiziert und flossen in den HEART Score ein:

- Präoperative Herzfrequenz < 60 Schläge/min.
- Präoperativer arterieller Blutdruck < 110/60 mmHg
- Präoperative medikamentöse Renin-Angiotensin-Blockade
- Revised Cardiac Risk Index⁸ > 3 Punkte
- Großer chirurgischer Eingriff.

Beim Erreichen des maximalen Punktwertes im HEART Score erhöht sich die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten intraoperativer Hypotonien um das 3,64 – fache. [17]

Ein besonderes Risikoprofil für Blutdruckabfälle während der Narkose haben Patienten mit einer vorbestehenden arteriellen Hypertonie [53]. Gemäß Weltgesundheitsorganisation – Richtlinien sind Messwerte größer oder gleich 140/90 mmHg als arterielle Hypertonie definiert. Die Prävalenz innerhalb der 25 – 64-jährigen Bevölkerung in Deutschland liegt zwischen 23 und 57 %, wobei Männer häufiger als Frauen und die norddeutsche häufiger als die süddeutsche Bevölkerung unter einer arteriellen Hypertonie leiden. [39] Resultierend aus einer Verschiebung der Autoregulationsgrenzen bei Hypertoniepatienten bedarf es für eine ausreichende Organperfusion potentiell höhere Blutdrücke als bei kreislaufgesunden Patienten. Bei diesen Patienten sollte eine intraoperative Hypotonie angenommen werden, wenn der individuelle MAP um 20 – 30 % gegenüber der hypertonen präoperativen Ausgangswerte gefallen ist. [11]

Taffé et al. stellten in einer Analyse von 147.000 durchgeführten Narkosen heraus, dass große thorakale, vaskuläre und allgemeinchirurgische Eingriffe mit dem größten Risiko für

⁸ In den von Lee et al. entwickelten Score zur Identifizierung des kardiologischen Risikos fließen folgende sechs Parameter ein: Bekannte Koronare Herzkrankheit, bekannte Herzinsuffizienz, präoperatives Serumkreatinin >2,0 mg/dl, präoperative Insulinbehandlung, bekannte zerebrovaskuläre Erkrankung und eine Operation mit hohem Risiko ([38]).

intraoperative Hypotonien vergesellschaftet sind, während kleine gynäkologische und ophthalmologische Eingriffe das geringste Risiko darstellen [64].

Aktuelle Empfehlungen sprechen grundsätzlich dafür, dass Dauermedikamente perioperativ weitergenommen werden sollen. Diuretika sollten allerdings immer abgesetzt werden. ACE-Hemmer und direkte AT2-Antagonisten werden in der Regel nicht abgesetzt, allerdings muss eine individuelle Abwägung erfolgen, da sie schwere Hypotonien auslösen können. [53]

Verglichen mit Betablockern, Calciumkanalblockern und ACE - Hemmern kommt es unter der Behandlung mit AT2-Rezeptorantagonisten häufiger zu Blutdruckabfällen und vermindertem Ansprechen auf die Vasopressoren Ephedrine und Phenylephrine während der Narkose [12].

Bei einer Kombinationstherapie von Diuretika mit ACE - Hemmern oder AT2 - Antagonisten treten intraoperative Hypotonien während nicht herzchirurgischer Operationen häufiger auf als unter Diuretikamonotheapie [29].

Auch die Patientenlagerung kann eine Hypotonie mit neurologischen Komplikationen auslösen. Bei operativen Eingriffen im Bereich der Schulter werden die Patienten operationstechnisch bedingt häufig sitzend gelagert. Pohl und Cullen veröffentlichten 2005 in diesem Zusammenhang einen Bericht über vier Patienten, die im Rahmen einer sitzenden Operationsposition neurologische Komplikationen entwickelten. Keiner der Patienten hatte eine vorbestehende arterielle Hypertonie oder sonstige kardiovaskuläre Vorerkrankungen. Dennoch kam es bei den Patienten zu Ischämien im Bereich des Gehirns oder Rückenmarks. Die Autoren stellten einen Zusammenhang mit dem Auftreten intraoperativer Hypotonien her und fordern eine aggressive Behandlung, wenn der Blutdruck auf unter 80 % der präoperativen Ruhewerte fällt. [51]

Eine Studie von Jo et al. untersuchte die Auswirkungen der Patientenumlagerung von der Rücken- in die halbsitzende Beach-chair Lagerung im Hinblick auf die Kreislaufreaktion. Von 40 gesunden Patienten zwischen 18 und 65 Jahren entwickelten 15 Patienten nach der Umlagerung eine Hypotonie. Dabei hat sowohl die Vorlast als auch die Herzleistung einen Einfluss auf die Entstehung einer Hypotonie nach der Positionsänderung. [28]

Ob und in welchem Umfang Patienten auf intraoperative Hypotensionen mit postoperativen Beschwerden reagieren ist individuell verschieden und aus diesem Grund schwer vorhersehbar. Die Betrachtung der vorliegenden Studien zu diesem Thema verdeutlicht allerdings die Wichtigkeit einer protektiven Vermeidung beziehungsweise Behandlung von Blutdruckabfällen für das Outcome der Patienten.

5.2 Behandlung intraoperativer Hypotonien

5.2.1 Lagerungsänderung

Zur Behandlung der Hypotonie stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. Eine ausreichende Therapie durch Lagerungsänderung zur Erhöhung des venösen Rückstroms ist bei Patienten mit ausgeglichenem Volumenstatus kaum zu erwarten [20].

5.2.2 Erhöhung des venösen Rückstroms mittels Kompression

Für die physikalische Kompression der Beinvenen liegen keine Studienergebnisse im Rahmen der perioperativen Hypotoniebehandlung vor [20].

5.2.3 Volumentherapie

Auch die reine Volumentherapie zur Blutdrucksteigerung besitzt nur einen geringen Effekt. Eberhart beschreibt anhand einer Rechnung, dass bei zügiger Gabe von 500 ml einer kristalloiden Lösung der mittelfristige Volumeneffekt etwa 100 ml betrage. Im Vergleich zum Volumeneffekt durch passives Anheben der Beine sei der Effekt der intravenösen Volumeninfusion gering. [20]

Eine Bedeutung besitzt die Volumentherapie als Präventivmaßnahme gegen einen Blutdruckabfall bei Spinalanästhesie [20]. Ein positiver Effekt auf die Hypotonieprävention ist für die Volumentherapie und die Kompression der Beinvenen im Rahmen einer Spinalanästhesie bei Sectio caesarea beschrieben [21]. Verglichen mit einer intravenösen Gabe von 10 mg Ephedrine konnte eine prospektive randomisierte doppel-blind Studie zeigen, dass die Gabe von Ephedrine im Vergleich zur Vorlasterhöhung durch Ringerlaktat-Infusion einen signifikant größeren Effekt auf die hämodynamische Stabilität von Patientinnen während einer Sectio caesarea in Spinalanästhesie hat. Auch das Outcome der Neugeborenen gemessen am APGAR Score war in der Ephedrine-Gruppe signifikant besser. [31]

Ein Vergleich der Gabe von 500 ml Kolloidlösung mit der Gabe von 1000 ml kristalloider Lösung jeweils vor der Spinalanästhesie mit Beginn der intrathekalen Medikamentenapplikation kam zu ähnlichen Ergebnissen. Keine der beiden betrachteten prophylaktischen Maßnahmen konnte die Inzidenz der Hypotonie komplett reduzieren. Eine therapeutische Kombination mit Vasopressoren wird empfohlen. [65]

Entsteht eine Hypotonie aufgrund von intraoperativen Blutverlusten, so ist eine Volumengabe als kausale Therapie sinnvoll [20].

5.2.4 Medikamentöse Therapie

5.2.4.1 Behandlung mit Akrinor®

Akrinor® ist ein Kombinationspräparat aus Cafedrin und Theodrenalin, das in Form einer 20:1 Mischung in 2 ml Ampullen verfügbar ist. Akrinor® ist sowohl für die intramuskuläre als auch für die intravenöse Injektion zugelassen und findet hauptsächlich in der Anästhesie und Notfallmedizin Verwendung. Die Fachinformation empfiehlt eine fraktionierte Applikation in Abhängigkeit der klinischen Wirkung. Zu den wichtigsten Nebenwirkungen von Akrinor® zählen Angina pectoris und ventrikuläre Herzrhythmusstörungen. Bei einer bekannten Mitralklappenstenose, Hyperthyreose, Phäochromozytom und Engwinkelglaukom ist die Verwendung von Akrinor® kontraindiziert. [52]

Eine im Jahr 2012 veröffentlichte prospektive Studie von P. Hammels und A. Weyland beschäftigt sich mit der hämodynamischen Wirkung von Akrinor®. In dieser Studie wurde anhand von 20 Patienten untersucht, wie die Behandlung der Hypotension nach intravenöser Narkoseeinleitung mit Propofol und Remifentanyl mit Akrinor® wirksam ist. Im Ergebnis war jeweils eine effektive Blutdrucksteigerung möglich. Dabei hatte Akrinor® einen Einfluss auf Vorlast, Nachlast und Kontraktilität. [48]

Eine weitere Studie von Heller et al., die 2015 veröffentlicht wurde, beschäftigt sich mit dem Wirknachweis von Akrinor®. Auch diese Studie konnte anhand von 353 Patientenbehandlungen die Wirksamkeit von Akrinor® in der Behandlung intraoperativer Hypotonien bestätigen. Weiterhin kamen die Autoren zu dem Ergebnis, dass bei Frauen mit einer höheren Wirksamkeit zu rechnen ist und bei Patienten mit Herzinsuffizienz oder Betablockertherapie eine geringere Wirksamkeit erwartet werden kann. [26]

Obwohl der vollständige Wirkmechanismus von Akrinor® noch nicht bekannt ist, konnte evidenzbasiert gezeigt werden, dass Akrinor® stimulierend auf die β -Rezeptoren wirkt. So kommt eine Untersuchung an gesunden Probanden zu dem Ergebnis, dass unter vorheriger Blockierung der β -Rezeptoren, durch Einnahme des β -Blockers Propranolol, die durch Akrinor® hervorgerufenen physischen Veränderungen, wie Zunahme des Blutdrucks, Zunahme des Herzzeitvolumens und Abnahme des peripheren Gefäßwiderstandes ausblieben. Akrinor® hat folglich unter der Einnahme eines β -Blockers einen verminderten Einfluss auf die kardiovaskuläre Dynamik. Die zentrale stimulierende Wirkung zeigte dabei keine Beeinflussung. [63]

Im Vergleich zu Theodrenalin führt Cafedrin zu einem verzögerten Wirkeintritt. Auf der Basis verschiedener Studien beschreibt Föllner, dass von einer Akrinor® - Eigenwirkung durch

Interaktion der Wirkstoffe ausgegangen werden kann, da die Betrachtung der Einzelwirkungen nicht das Ausmaß der Gesamtwirkung erklären kann. [zitiert nach [23]]

Die Wirkung von Akrinor® auf die Koronararterien konnte in einem in vitro Modell gezeigt werden. In den Untersuchungen an Koronararterien des Schweins ließ sich darstellen, dass die relaxierende Wirkung von Akrinor® auf die Koronararterien nicht ausschließlich über β -Rezeptoren vermittelt wird, da sich auch bei Vorbehandlung mit dem β -Blocker Propranolol eine Relaxation der Gefäße einstellte. Zusätzlich wurde in diesen Fällen eine transiente Kontraktion der Koronararterien nach Gabe von Akrinor® beobachtet. Es konnte zudem gezeigt werden, dass diese transiente Kontraktion von Theodrenalin über eine Wirkung an adrenergen α -Rezeptoren ausgelöst wird. Da allerdings die klinische Konzentration nach therapeutischer Gabe von Akrinor® verglichen mit den verwendeten Konzentrationen in den Experimenten sehr gering ist, schließt der Autor darauf, dass die therapeutische Gabe von Akrinor® auch bei Vorbehandlung mit einem β -Rezeptorenblocker keine koronare Konstriktion verursacht. [23]

Möglicherweise trägt auch die Hemmung der Phosphodiesterase zur Wirkung von Akrinor® bei. Eine genaue Relevanz dieses möglichen Wirkmechanismus ist bislang unbekannt. [zitiert nach [20]]

5.2.4.2 Behandlung mit Noradrenalin

Noradrenalin ist ein körpereigener Neurotransmitter und ein Hormon, welches vom Nebennierenmark sezerniert wird. Über Stimulation von α -Rezeptoren kommt es über die Konstriktion peripherer Gefäße zu einem Anstieg des peripheren Gefäßwiderstands mit folgendem Blutdruckanstieg. Am Herzen übt Noradrenalin seine Wirkung über die Stimulation von β_1 -Rezeptoren aus. Diese Stimulation führt zu einem stärkeren Calciumeinstrom in die Herzzelle mit nachfolgender Kraftsteigerung. Die Wirkung von Noradrenalin auf das Herz ist positiv inotrop, chronotrop und dromotrop. [50] Die antihypotensive Behandlung mittels Noradrenalin führt über Barorezeptorstimulation zu einer Reflexbradykardie [37].

Arterenol® ist ein Noradrenalin Monopräparat, das in Deutschland als Injektionslösung zur Verfügung steht. Die in der Fachinformation empfohlene Darreichungsform ist die intravenöse Applikation mittels Perfusor®. Dazu werden 5 ml Arterenol® mit NaCl oder 5 %iger Glukoselösung auf ein Gesamtvolumen von 50 ml verdünnt, was 100 $\mu\text{g/ml}$ entspricht. Therapeutisch sollte, entsprechend der Kreislaufsituation des Patienten, eine Dosierung von 0,6-12 ml/h gewählt werden. Das entspricht einer Dosierung von 1-20 $\mu\text{g/min}$. [59]

Aufgrund der vasokonstriktiven Eigenschaften sollte Noradrenalin so kurz wie möglich und mit einer möglichst geringen Dosierung verwendet werden. Besonders die ischämische Wirkung an den Nieren und dem Splanchnikusgebiet stellt eine bedeutende Komplikation dar. [37]

Gamper et al. überarbeiteten eine metaanalytische Studie zum Outcome von Schockbehandlungen bei der Behandlung mit unterschiedlichen Sympathomimetika. Dabei wurden keine relevanten Unterschiede aller betrachteten Medikamente im Hinblick auf die Gesamtmortalität beschrieben. Im Vergleich zu Noradrenalin kann demzufolge Dopamin jedoch das Arrhythmierisiko und möglicherweise die Mortalität erhöhen. [24]

5.3 Medikamentenkosten

Der Preis einer Ampulle Akrinor® liegt bei 3,39 €. Es wird direkt aus der Ampulle mittels Spritze aufgezogen und in der Regel unverdünnt händisch fraktioniert als Bolus verabreicht. Ein Bolus entspricht in der Regel 25 % des Spritzeninhaltes. Auf der anderen Seite steht auch Noradrenalin als Monopräparat zur Verfügung. Bei einem Preis von 0,42 € pro Ampulle ist es günstiger als das Alternativpräparat Akrinor®. Noradrenalin wird aufgrund der kurzen Halbwertszeit in der Regel mittels Perfusor® kontinuierlich appliziert. Mit der Verwendung eines Perfusors® fallen weitere Material- und, insbesondere durch den Vorbereitungsprozess verursachte, Personalkosten an.

Gegenstand der hier vorgelegten Studie ist die Gegenüberstellung der jeweiligen Prozesskosten. Dabei werden mit Hilfe der Prozesskostenrechnung die Gemeinkosten verursachungsgerecht den jeweiligen Prozessen zugeordnet. Ziel ist es, durch die genaue Analyse der Prozesskosten der beiden Behandlungsmöglichkeiten einen Vergleich aus ökonomischer Sicht zu ermöglichen.

6 Patienten, Material und Methoden

Zur Analyse mittels Prozesskostenrechnung müssen zunächst Teilprozesse, Ressourcen, Kosten und Kostentreiber definiert werden. Mit Hilfe des Kostenreibers können die Gemeinkosten den Einzelkosten verursachungsgerecht zugeordnet werden. Die Einzelkosten entsprechen den gesamten Materialkosten des Prozesses. Das am Prozess beteiligte Personal stellt die Ressourcen dar und die Kosten entsprechen den Personalkosten pro Zeiteinheit. Der Kostentreiber ist die für den Teilprozess benötigte Personalbindungszeit.

Zur Ermittlung des Kostentreibers wurde der tatsächliche personelle Zeitaufwand für jeden Teilprozess in Sekunden gemessen und vom Fachpersonal auf einem Sequenzerhebungsbogen notiert. Die genaue Zeitmessung erfolgte von pflegerischen und ärztlichen Mitarbeitern an sechs

verschiedenen Kliniken unterschiedlicher Größe in Deutschland. So konnten 231 Patientenfälle mit insgesamt 345 Messungen im Zeitraum zwischen Dezember 2015 und März 2016 erfasst und ausgewertet werden. Ein Einschlusskriterium für die Teilnahme der Kliniken war, dass die Kliniken intraoperative Hypotonien entweder überwiegend initial mit Akrinor® oder Noradrenalin behandeln. Weiterhin musste die Verfügbarkeit einer mitwirkenden Person im Projektzeitraum gesichert sein. Folgende Kliniken unterschiedlicher Trägerschaft beteiligten sich an der Datenerfassung:

- Helios Klinikum Aue, 621 Betten, Vollstationäre Fallzahl: 26870, privat
- Sana Kliniken Landkreis Biberach, 397 Betten, Vollstationäre Fallzahl: 17995, privat
- Bonifatius Hospital Lingen, 401 Betten, Vollstationäre Fallzahl: 20367, konfessionell
- Klinikum Lippe, 769 Betten, Vollstationäre Fallzahl: 32351, kommunal
- Klinikum Neumarkt, 500 Betten, Vollstationäre Fallzahl: 24270, kommunal
- Universitätsklinikum Gießen Marburg (UKGM), Standort Marburg, 1089 Betten, Vollstationäre Fallzahl: 45626⁹, privat.

Ein Großteil der ausgewählten Kliniken steht in Zusammenarbeit mit der Firma MEDPAR Medical Partners GmbH.

Anteil der ausgewerteten Patientenfälle am Gesamtkollektiv

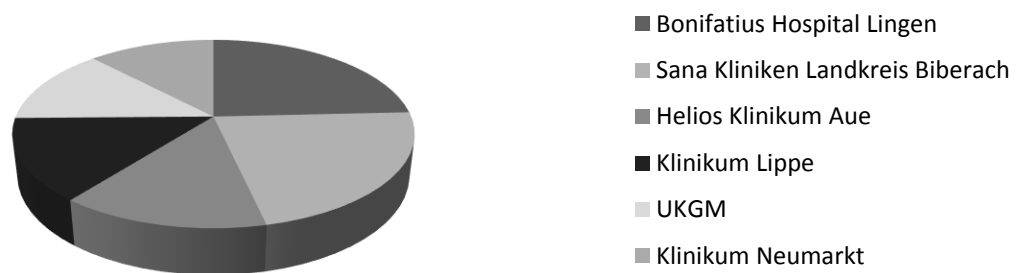


Abbildung 6: Anteil der ausgewerteten Patientenfälle am Gesamtkollektiv

Einschlusskriterien stellten die Vergleichbarkeit der beiden Behandlungsprozesse sicher. Es wurden Patienten mit einem Mindestalter von 50 Jahren und einem ASA – Score von zwei oder drei in die Studie eingeschlossen. Weiterhin wurde die geplante Operationsdauer auf 60 bis 80 Minuten limitiert.

⁹ Die Daten Anzahl der Betten und vollstationäre Fallzahl entstammen dem Klinikführer der Techniker Krankenkasse, online verfügbar: <https://www.tk.de/tk/klinikfuehrer> (Stand: 28.02.2017).

Auf Vorgaben zur Behandlungsindikation und Ausmaß der Behandlung ist verzichtet worden. Die Entscheidung, ab welchen Blutdruckwerten therapiert wurde und in welchem Umfang diese Therapie erfolgte lag in der Entscheidungsverantwortung des behandelnden Anästhesisten.

Die Dokumentation wurde anhand eines einheitlichen Sequenzerhebungsbogens durchgeführt. Die Erklärung der jeweiligen Einzelschritte erfolgte mit einem Erläuterungsbogen für die an der Zeitmessung beteiligten Personen. Regelmäßige Kontrolle und Plausibilitätsprüfung einzelner Erhebungsbögen sicherte die einheitliche Dokumentation.

Auf jedem Sequenzerhebungsbogen konnte die Behandlung mit Akrinor®, mit Noradrenalin und die Kombination der beiden Medikamente eingetragen werden.

Die Behandlungsprozesse gliederten sich in Teilprozesse. Zu jedem Teilprozess wurde der Kostentreiber als Zeit in Sekunden gemessen und notiert. Aufgrund der unterschiedlichen Personalkosten für ärztliche und pflegerische Mitarbeiter, fand eine Zuordnung der gemessenen Prozesszeiten zur jeweiligen Fachkraft, die sie ausgeführt hatte, statt. Die benötigte Arbeitszeit wurde anschließend mit dem Stundenlohn der jeweiligen Fachkraft verrechnet, um die Personalkosten genau zu erfassen.

So konnte jedem Teilprozess neben den Materialkosten auch die verursachungsentsprechenden Personalkosten zugeordnet werden.

Die Datenerhebung erfolgte anonymisiert. Die erhobenen Daten wurden anschließend in eine Microsoft Excel Tabelle übernommen. Die unterschiedlichen Personalbindungszeiten ließen sich anhand von Mittelwertbestimmungen berechnen.

6.1 Sequenzerhebungsbogen

6.1.1 Sequenzerhebungsbogen Seite 1

Ein wichtigstes Instrument zur Datenerfassung dieser prospektiven Prozesskostenstudie stellt der dreiseitige Sequenzerhebungsbogen dar. Die ersten Dokumentationsschritte waren die Erfassung einiger Grund- und Patientendaten (Abbildung 7). Zu den Grunddaten gehören unter anderem das Datum und der Name des Krankenhauses. Aus datenschutzrechtlichen Gründen erfolgte die Dokumentation der Patientendaten anonymisiert und auf Geburtsjahr und Geschlecht reduziert. Zusätzlich wurde der ASA Score und die durchgeführte Operation angegeben.

Grunddaten
Datum: _____
Name des Krankenhauses: _____

Patientennummer _____ <small>(laufende Nummer der protokollierten Patienten an einem Tag)</small>	
Patientendaten	
Geschlecht: <input type="checkbox"/> männlich <input type="checkbox"/> weiblich	Geburtsjahr: _____
Operation (OPS-Code oder Freitext): _____ ASA-Score: _____	

Abbildung 7: Grund - und Patientendaten

Im zweiten Schritt folgte die Angabe der Anästhesie- und Operationszeiten. Hierzu wurde zunächst die Uhrzeit der Anästhesieeinleitung notiert. Dieser auch als „Beginn Anästhesie“ bezeichnete Zeitpunkt ist definiert als der Moment der Injektion des Hypnotikums beziehungsweise dem Beginn der Anlage eines Regionalverfahrens.

Als „Schnitt“ wurde der Zeitpunkt vermerkt, an dem der Operateur seinen ersten Hautschnitt setzte oder äquivalente operative Tätigkeiten ausübte, wie beispielsweise dem Beginn einer Hysteroskopie ohne Notwendigkeit eines Schnittes.

Die Angabe der Nahtzeit dokumentierte das Ende der Operation. Hier zählt der Zeitpunkt nach Vollendung der letzten Hautnaht oder die Beendigung der operativen Tätigkeit bei nicht notwendiger Hautnaht.

Der Zeitpunkt der Ausleitung fällt wieder in den Zuständigkeitsbereich des Anästhesisten. Hier gilt der Zeitpunkt der Extubation. Bei einem Patienten, der nicht extubiert werden konnte galt der Übergabezeitpunkt an das Personal der Intensivstation. Bei einem Patienten, der beispielsweise aufgrund einer Spinalanästhesie, nicht extubiert werden musste, galt jener Zeitpunkt als Ausleitungszeit, an dem mit dem Abbau der Überwachung begonnen wurde. (Abbildung 8). [in Anlehnung an [3]].

Narkose- und Operationsdaten	
Einleitung (Uhrzeit): _____	Schnitt (Uhrzeit): _____
Naht (Uhrzeit): _____	Ausleitung (Uhrzeit): _____
Patient verlegt: <input type="checkbox"/> in Aufwachraum <input type="checkbox"/> Intermitted Care (IMC) <input type="checkbox"/> auf Intensivstation	

Abbildung 8: Narkose - und Operationsdaten

Der nächste Dokumentationsblock beschreibt die benötigten Materialien (Abbildung 9). Um die Materialkosten präzise abbilden zu können, erfolgte die Dokumentation aller Einmalmaterialien, die für die Verabreichung von Akrinor® beziehungsweise Noradrenalin benötigt wurden. Hier wurde die Anzahl der verwendeten Spritzen, Kanülen, Noradrenalin- bzw. Akrinor®- Ampullen angegeben. Bei Verwendung eines Perfusors® kamen weitere Materialien wie Perfusor®-Spritze, Perfusor®-Leitung, NaCl und ein Dreiwegehahn hinzu.

Material	Anzahl	Material	Anzahl
Spritze (Einweg)		Perfusor® Spritze	
Kanüle		Perfusor® Leitung	
Noradrenalin Ampulle <input type="checkbox"/> 1 mg/1 ml <input type="checkbox"/> 5 mg/5 ml <input type="checkbox"/> 25 mg/25 ml		NaCl 0,9 % <input type="checkbox"/> 10 ml <input type="checkbox"/> 100 ml	
Akrinor® Ampulle		<input type="checkbox"/> 3-Wege Hahn <input type="checkbox"/> Octopus von Vygon	

Abbildung 9: Materialverbrauch

6.1.2 Sequenzerhebungsbogen Seite 2

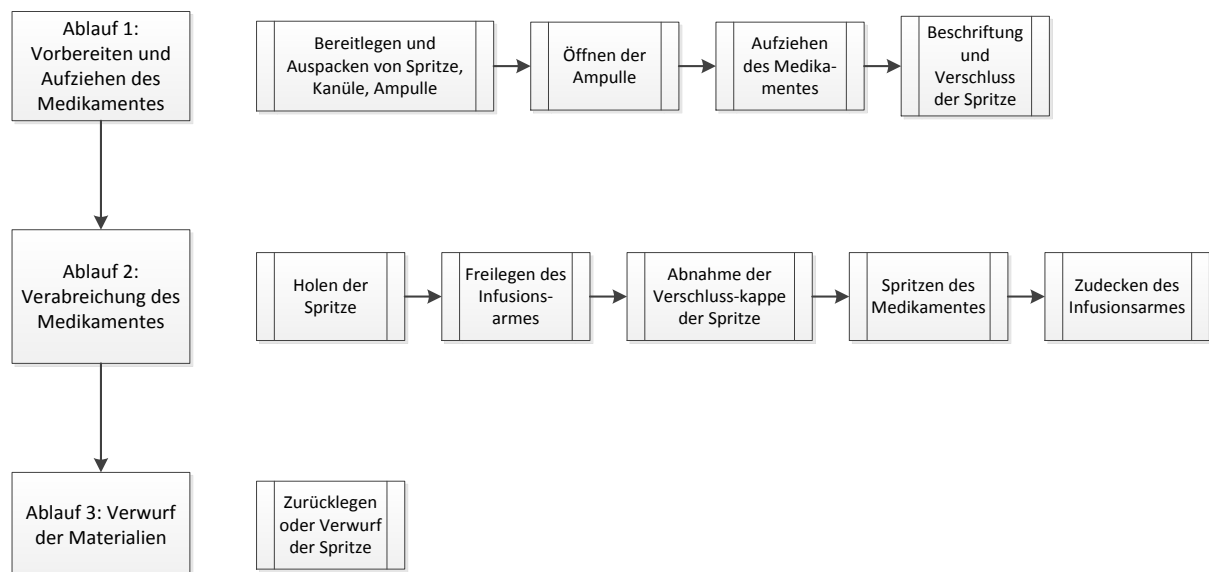


Abbildung 10: Bolusapplikation

Die zweite Seite des Erhebungsbogens diente dem Erfassen von händischen Bolusgaben (Abbildung 11). Eine händische Bolusgabe konnte sowohl mit Akrinor® als auch mit Noradrenalin erfolgen. Hierzu wurde das jeweilige Medikament aus einer Spritze per Hand, also ohne die Verwendung eines Perfusors®, appliziert. Dieser Arbeitsschritt unterteilte sich in vier Teilprozesse.

Im ersten Teilschritt fand die Messung der Zeit, die zur Vorbereitung des Medikamentes nötig ist, statt. Dieser erste Teilschritt begann mit dem Bereitlegen der Materialien. Spritze, Kanüle und Medikament wurden aus dem Schrank genommen und einzeln ausgepackt. Dem Öffnen der Medikamentenampulle folgte das Aufziehen des Medikaments in eine Spritze. Anschließend wurde die Spritze beschriftet, eventuell mit einem Stopper versehen und der bis hierher angefallene Verpackungsmüll entsorgt. Damit endete die Zeitmessung für den ersten Arbeitsschritt.

Der zweite Ablauf dokumentierte die Verabreichung des Medikamentes. Die Zeitmessung begann mit der Entscheidung zur Medikamentenapplikation und dem Organisieren der zuvor vorbereiteten Spritze. Diese befand sich während der Operation in der Regel auf dem Anästhesiewagen im Operationssaal. Durch das Patientenwärmemanagement bedingt war es in der Regel zunächst nötig, Wärmedecken vom Arm des Patienten zu nehmen, um an die periphere Venenverweilkanüle zu gelangen. Gegebenenfalls musste an dieser Stelle ein Dreizehnhahn bedient werden. Nach der Abnahme der Verschlusskappe wurde das Medikament verabreicht und der Patientenarm wieder zugedeckt.

Teilarbeitsschritt drei dokumentierte die benötigte Zeit für das folgende Zurücklegen oder den Verwurf der Materialien.

Um auch eventuelle Probleme zeitlich zu erfassen, wurde eine vierte Ablaufmöglichkeit ergänzt. Auftretende Probleme konnten den Arbeitsaufwand und damit auch die Kosten steigern. Mögliche Beispiele für Probleme mit Verzögerung wären gewesen, dass das jeweilige Medikament nicht mehr im Vorratsschrank ist und aus dem Lager organisiert werden muss oder die Ampulle beim Öffnen zerbricht, sodass eine neue bereitgestellt werden muss. Diese Aufzählung ist nur eine Auswahl an möglichen Problemen.

Da auch mehrere Bolusgaben während einer Operation möglich waren, konnten auch alle folgenden Gaben in gleicher Weise notiert werden. Dazu wurden drei dieser Tabellen auf eine Seite gedruckt und mit den Überschriften „Bolus 2“ und „Bolus 3“ versehen. Injizierte man bei den folgenden Sequenzen den Bolus aus der schon bei der ersten Bolusgabe verwendeten Spritze ein zweites Mal, entfiel der erste Ablaufschritt, da die Vorbereitung des Medikamentes bereits mit der ersten Bolusgabe erfasst wurde.

Ablauf	Aktivität	Aufwand in sec.	
		Pflege	Arzt
1	Vorbereiten von Spritze, Kanüle und Medikament Aufziehen des Medikaments		
2	Verabreichung des Medikaments		

3	Verwurf der Materialien		
4	Besonderheiten / Problemlösung:		

Abbildung 11: Bolusgabe

6.1.3 Sequenzerhebungsbogen Seite 3

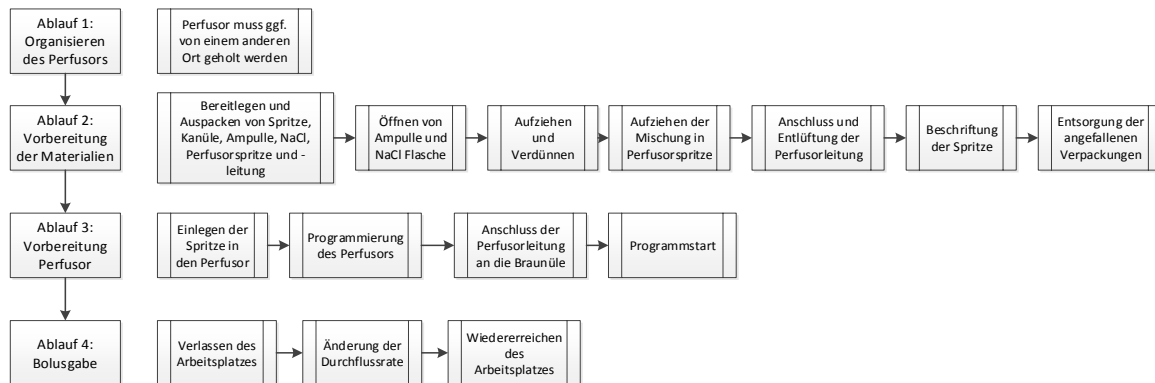


Abbildung 12: Ablauf Perfusor®

Die letzte Seite des Erhebungsbogens erfasste die Verwendung eines Noradrenalin-Perfusors® (Abbildung 13). Auch dieser Arbeitsschritt wurde in Teilprozesse gegliedert.

Zunächst wurde dokumentiert, ob sich der benötigte Perfusor® vor Ort befand oder aus einem anderen Raum organisiert werden musste. Befand sich der Perfusor® beispielsweise im Aufwachraum, so notierte man die gemessene Zeit, die nötig war, um den Perfusor® zu holen, ihn an einen Infusionsständer zu montieren und gegebenenfalls an das Stromnetz anzuschließen. Befand sich der Perfusor® schon im Einleitungsraum, so wurde an dieser Stelle kein Zeitaufwand notiert.

Der folgende zweite Arbeitsschritt beschäftigte sich mit dem Vorbereiten der Materialien und dem Aufziehen des Medikamentes. In diesem Arbeitsschritt mussten zunächst alle benötigten Materialien, wie Spritze, Kanüle, Medikament, NaCl, Perfusor®-Spritze und Perfusor®-Leitung aus dem Schrank genommen und bereitgelegt werden. Anschließend folgte das Aufziehen von Noradrenalin und das Mischen mit NaCl. Nach dem Verdünnen wurde die Perfusor®-Spritze aus der Verpackung genommen und aufgezogen. Im Anschluss wurde die Perfusor®-Leitung auf die Spritze gedreht und entlüftet. Danach folgten die ordnungsgemäße Beschriftung der Spritze und die Entsorgung der bisher angefallenen Verpackungen.

Der dritte Ablauf startete mit dem Einlegen und Fixieren der Perfusor®-Spritze in den Perfusor® gefolgt von der Programmierung und dem Anschluss der Perfusor®-Leitung an die Braunüle® bis zum Programmstart.

Falls speziell für den Perfusor® eine weitere Braunüle® gelegt wurde, konnte dieses als Unterpunkt des dritten Teilarbeitsschrittes erfasst werden. Dieser Teilschritt beinhaltet demnach die Bereitstellung der Materialien, die Stauung und Desinfektion des Armes, das Legen der Braunüle® sowie die Fixierung mittels Pflaster bis zum Verwurf der Verpackungen.

Der folgende vierte Schritt erfasste intraoperative Bolusgaben mittels Perfusor® oder Änderungen der Durchflussrate. Die Zeitmessung begann mit der Entscheidung zur Änderung der Einstellung am Perfusor® über die Ausführung der Änderung und endete mit der Wiederaufnahme der vorangegangenen Tätigkeit.

Auch bei der Noradrenalin-Perfusor®-Sequenz gab es die Möglichkeit, eventuelle Probleme separat zu dokumentieren und zeitlich zu erfassen. Eventuelle Probleme konnten sein, dass sich Noradrenalin nicht mehr im Vorratsschrank befand und erst aus dem Lager besorgt werden musste. Weiterhin konnte die Technik des Perfusors® ausfallen oder ein Stromanschluss nötig werden, der noch organisiert werden musste.

Ablauf	Aktivität	Aufwand in sec.	
		Pflege	Arzt
1	Arrangieren des Perfusors® <input type="checkbox"/> verfügbar im OP <input type="checkbox"/> arrangiert aus anderem Raum		
2	Vorbereitung der Verbrauchsmaterialien (Spritze, Leitung, ...) Aufziehen des Medikaments		
3	Vorbereitung des Perfusors® (Fixierung, Programmierung) Einlegen des Medikaments, Anschließen des Perfusors®, Start der Medikamentengabe		
3a	Für den Anschluss des Perfusors® wird eine zweite Braunüle gelegt:		
4	Bolusgabe mittels Perfusor® intraoperativ oder Einstellungsänderung des Perfusors® (Anpassung der Förderrate):		
5	Besonderheiten / Funktionsausfälle / Problemlösung:		

Abbildung 13: Verwendung eines Perfusors®

Bei allen erfassten Zeiten wurde durch Eintragen der gemessenen Zeit in die dafür vorgesehene Spalte unterschieden, ob dieser Handlungsschritt von ärztlichen oder pflegerischen Mitarbeitern ausgeführt wurde. Durch Trennung in ärztliche und pflegerische Arbeitszeit und der

Verrechnung auf Basis der jeweils unterschiedlichen Personalkosten pro Minute konnten die Gesamtprozesskosten genauer ermittelt werden.

7 Ergebnisse

7.1 Patienten, Krankenhäuser

Insgesamt wurden 231 Sequenzen ausgewertet. Davon wurde in 129 Fällen initial Akrinor® und in 102 Fällen initial Noradrenalin verwendet. Die Fälle wurden in den oben genannten sechs Kliniken dokumentiert. Die Kliniken befinden sich in unterschiedlichen Trägerschaften. Die Anzahl der Betten liegt zwischen 397 und 1089. Der Anteil jedes Krankenhauses am ausgewerteten Gesamtkollektiv liegt zwischen 12 und 24 %.

7.2 Material – und Personalkosten

Den Berechnungen zugrunde liegen Medikamentenkosten in Höhe von 3,39 € pro Ampulle Akrinor® und 0,42 € pro Ampulle Noradrenalin. Die Materialkosten bei der reinen Bolusapplikation betragen 0,03 € für die Spritze. Die Materialien für die Perfusor®-Anwendung setzten sich zusammen aus Perfusor®-Spritze (0,30 €), 3-Wege Hahn (1,39 €), Perfusor®-Leitung (0,30 €) und NaCl (0,30 €). In der Summe ergeben sich Materialkosten in Höhe von 2,29 € für die Verwendung eines Perfusors®.

Die Personalkosten der beteiligten Pflegekräfte wurden mit 1,04 € pro Minute und die Personalkosten der ärztlichen Mitarbeiter mit 2,03 € berechnet. Die Personalkosten wurden auf Grundlage der Kostenanalyse von Welker et al. [68] und einer Hochrechnung auf das Jahr 2016 mit einem jährlichen durchschnittlichen Steigerungsfaktor von 1,7 % berechnet.

Die Gesamtpersonalkosten für den jeweiligen Teilprozess wurden als gewichtete Durchschnittswerte ermittelt. Die Grundlage bildeten die Gesamtwerte aller gemessenen Zeiten in allen Kliniken.

Für den Teilprozess „Bolus“ werden durchschnittlich 21 Sekunden ärztliche Tätigkeit und 34 Sekunden pflegerische Tätigkeit benötigt. Das entspricht einem ärztlichen Kostensatz von 0,59 € und einem pflegerischen Kostensatz von 0,70 €. Somit betragen die durchschnittlichen Gesamtpersonalkosten pro Bolusgabe 1,29 €.

Für den Teilprozess „Perfusor®“ werden durchschnittlich 83 Sekunden ärztliche Tätigkeit und 215 Sekunden pflegerische Tätigkeit benötigt. Das entspricht einem ärztlichen Kostensatz von

2,82 € und einem pflegerischen Kostensatz von 3,72 €. Somit betragen die durchschnittlichen Gesamtpersonalkosten pro Perfusor®-Anwendung 6,54 €.

Durch diese Kostenanalyse ist es möglich beide Verfahren zur Behandlung intraoperativer Hypotonien pharmakoökonomisch zu vergleichen.

Teilprozess	Ressourcen (Personal)	Kosten	Kosten-treiber	Menge	Kostensatz	Gesamt-personalkosten pro Anwendung
Bolus	Arzt Pfleger	2,03 €/min 1,04 €/min	Zeit	21 Sekunden 34 Sekunden	0,59 € 0,70 €	1,29 €
Perfusor®	Arzt Pfleger	2,03 €/min 1,04 €/min	Zeit	83 Sekunden 215 Sekunden	2,82 € 3,72 €	6,54 €

Abbildung 14: Berechnung der Gesamtpersonalkosten pro Anwendung

7.3 Initiale Akrinor®-Gabe

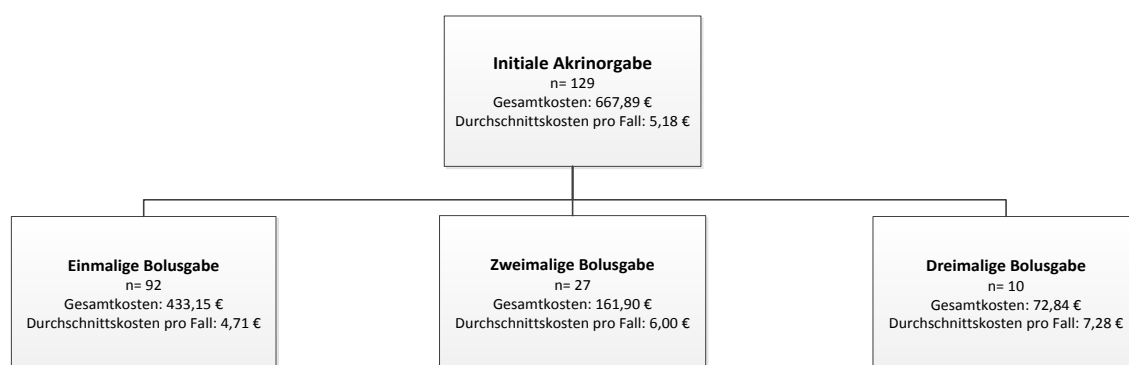


Abbildung 15: Initiale Akrinor®-Gabe

Für die initiale Akrinor®-Gabe wurden insgesamt 129 Sequenzen dokumentiert. Es ist kein Fall dokumentiert worden, bei dem nach der initialen Akrinor®-Gabe auf Noradrenalin gewechselt wurde.

7.3.1 Einfachgabe

Es wurden 92 Fälle dokumentiert, in denen ein einmaliger Akrinor®-Bolus verabreicht wurde. Die durchschnittliche Arbeitszeit einer Pflegekraft betrug 34 Sekunden. Addiert man den ärztlichen Zeitaufwand von 21 Sekunden, so errechnete sich eine Gesamtzeit von 55 Sekunden. Dieser Personalzeitaufwand entspricht Personalkosten in Höhe von 1,29 €. Dazu addiert wurden Material – und Medikamentenkosten, sodass in dieser Gruppe durchschnittliche Kosten von 4,71 € pro Fall entstehen. Multipliziert man diesen Betrag mit den insgesamt 92 dokumentierten Fällen, so kommt man auf Gesamtkosten von 433,15 € in dieser Gruppe.

In dieser Gruppe beträgt der durchschnittliche ASA Score 2,6 und das Durchschnittsalter 73 Jahre.

7.3.2 Zweifachgabe

In 27 dokumentierten Fällen wurde ein zweifacher Akrinor®-Bolus gegeben. Die dafür benötigte Arbeitszeit steigt bei den Pflegekräften auf 68 Sekunden und bei den ärztlichen Mitarbeitern auf 42 Sekunden an. Dies entspricht Personalkosten in Höhe von 2,58 €. Die Medikamenten- und Materialkosten sind dieselben, wie bei der Einfachgabe, da in der Regel pro Bolus nur ein Viertel der Ampulle gegeben wird. Beim nächsten Bolus kann also dieselbe, schon vorbereitete Spritze wiederverwendet werden.

Insgesamt ließen sich so Gesamtkosten von 6 € pro Fall berechnen. Die Gesamtkosten für alle 27 Fälle betragen somit 161,90 €. Der ermittelte durchschnittliche ASA Score dieser Gruppe liegt bei 2,7, das Durchschnittsalter bei 73 Jahren.

7.3.3 Dreifachgabe

In zehn dokumentierten Fällen wurde ein dreifacher Akrinor®-Bolus verabreicht. Die hierfür benötigte Gesamtzeit betrug 164 Sekunden und beinhaltete 101 Sekunden pflegerische und 62 Sekunden ärztliche Arbeitszeit. Dies entspricht Personalkosten in Höhe von 3,68 € und schließlich Kosten von 7,28 € pro Fall und Gesamtkosten dieser Gruppe von 72,84 €. Der durchschnittliche ASA Score beträgt in dieser Gruppe 2,6. Das Durchschnittsalter liegt mit 68 Jahren etwas unter dem Durchschnitt der beiden vorangegangenen Gruppen.

7.3.4 Berechnung der Prozesskosten

Insgesamt entstanden in der mit Akrinor® behandelten Gruppe Prozesskosten in Höhe von 667,89 €. Dividiert man diese Kosten durch die 129 Einzelfälle, so ergeben sich durchschnittliche Kosten von 5,18 €.

Wird ein Patient also intraoperativ mit Akrinor® gegen Hypotonien behandelt, so entstehen im Durchschnitt Kosten von 5,18 € pro Patientenfall. Dies beinhaltet eine durchschnittliche Personalbindungszeit von 74 Sekunden pro Fall.

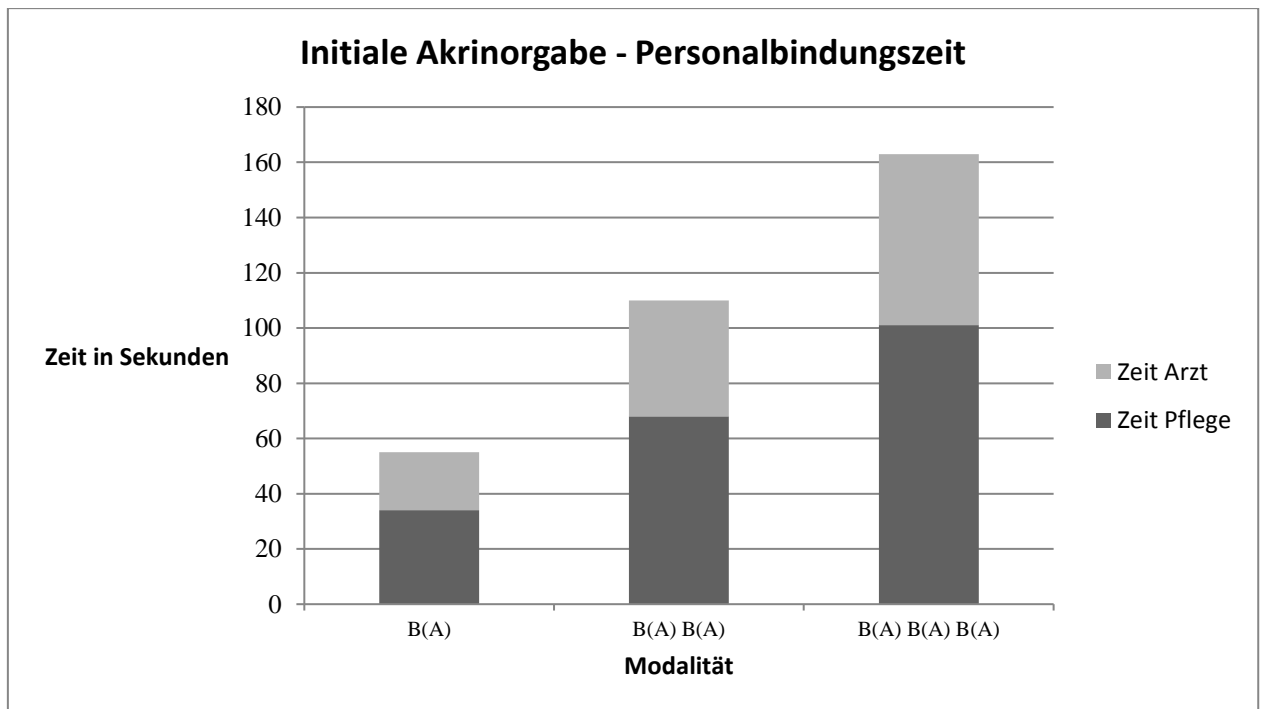


Abbildung 16: Initiale Akrinor®-Gabe – Personalbindungszeit (B = Bolusgabe, P = Perfusor®-gabe)

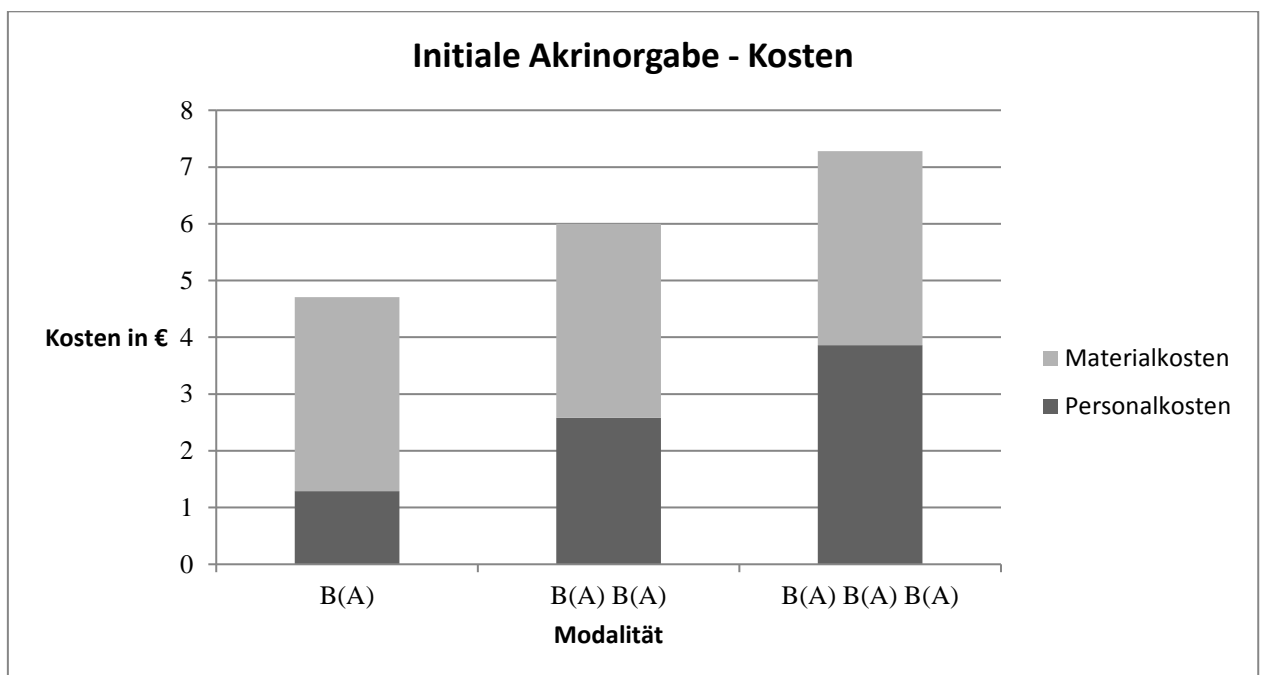


Abbildung 17: Initiale Akrinor®-Gabe – Kosten (B = Bolusgabe, P = Perfusor®-gabe)

7.4 Initiale Noradrenalingabe

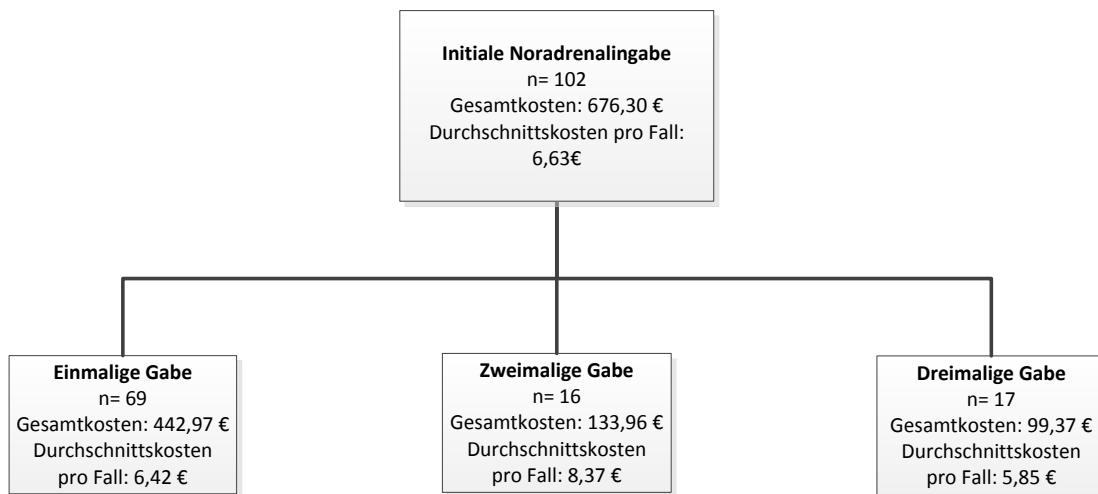


Abbildung 18: Initiale Noradrenalingabe

In die zweite Gruppe wurden die Patienten zusammengefasst, bei denen initial eine Hypotonie mit Noradrenalin behandelt wurde. In dieser Gruppe gibt es wiederum verschiedene unterschiedliche Therapiekombinationen. Insgesamt wurden 102 Fälle analysiert und ausgewertet. 69 Patienten erhielten eine einmalige Gabe Noradrenalin. 16 Patienten wurden während der Operation mit einer zweimaligen und 17 Patienten mit einer dreimaligen Gabe behandelt. In dieser Gesamtgruppe beträgt das Durchschnittsalter des Patienten 71,4 Jahre bei einem ASA Wert von 2,7.

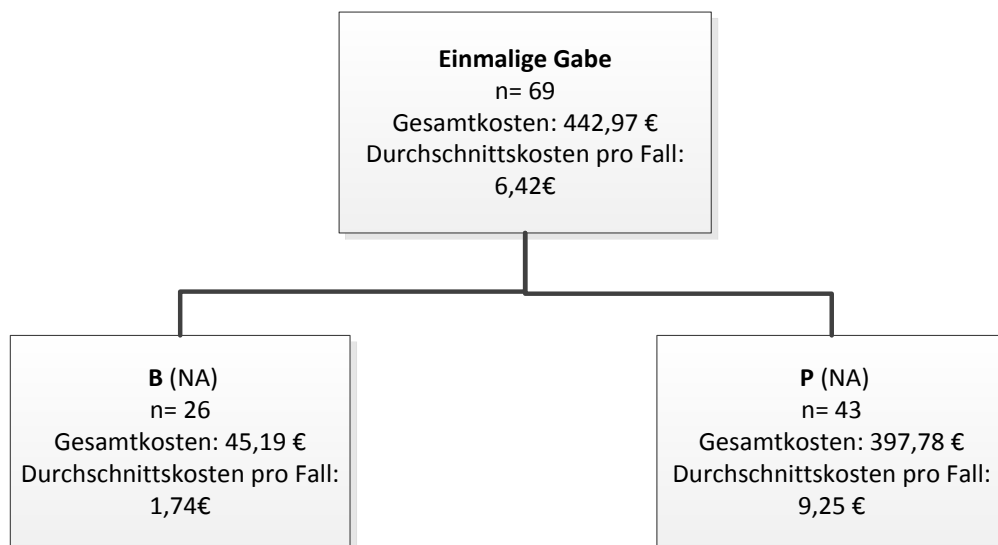


Abbildung 19: Einmalige Gabe (B = Bolusgabe, P = Perfusor®-gabe)

7.4.1 Einmalige Gabe

In dieser Gruppe liegt das durchschnittliche Patientenalter bei 71 Jahren. Der durchschnittliche ASA Wert beträgt 2,6.

7.4.1.1 Einfache Bolusgabe

In 26 ausgewerteten Fällen wurde Noradrenalin einmalig als Bolus gegeben. Eine Ampulle Noradrenalin kostet 0,42 €. Hinzu addiert wurden Materialkosten von 0,03 € für die Spritze. Die durchschnittliche Arbeitszeit einer Pflegekraft betrug 34 Sekunden, die durchschnittliche ärztlich beanspruchte Zeit betrug 21 Sekunden. Insgesamt wurde eine Personalbindungszeit von 55 Sekunden ermittelt. Dies entspricht Personalkosten in Höhe von 1,29 €. Die Gesamtkosten beliefen sich auf 45,19 € und die durchschnittlichen Kosten pro Fall auf 1,74 €. Damit ist das einfache Noradrenalin – Bolusgabe die günstigste von uns dokumentierte Modalität.

7.4.1.2 Einfache Perfusor®-Anwendung

Die größte Modalität in der Noradrenalingruppe stellt mit 43 Fällen die ausschließliche und einmalige Verwendung eines Perfusors® dar. Die durchschnittliche Arbeitszeit einer Pflegekraft betrug 215 Sekunden, die durchschnittliche ärztlich beanspruchte Zeit betrug 83 Sekunden. Insgesamt wurde eine Personalbindungszeit von 298 Sekunden ermittelt. Dies entspricht Personalkosten in Höhe von 6,54 €. Die Gesamtkosten beliefen sich auf 397,78 € und die durchschnittlichen Kosten pro Fall auf 9,25 €.

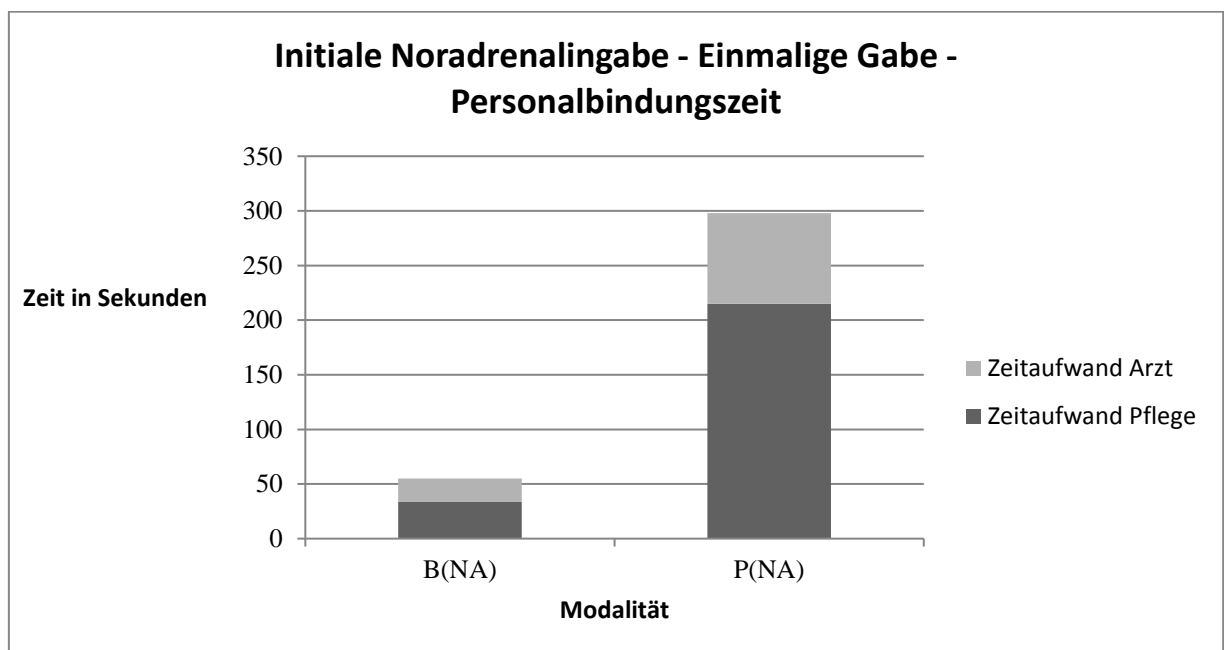


Abbildung 20: Initiale Noradrenalingabe - Einmalige Gabe – Personalbindungszeit (B = Bolusgabe, P = Perfusor®-gabe)

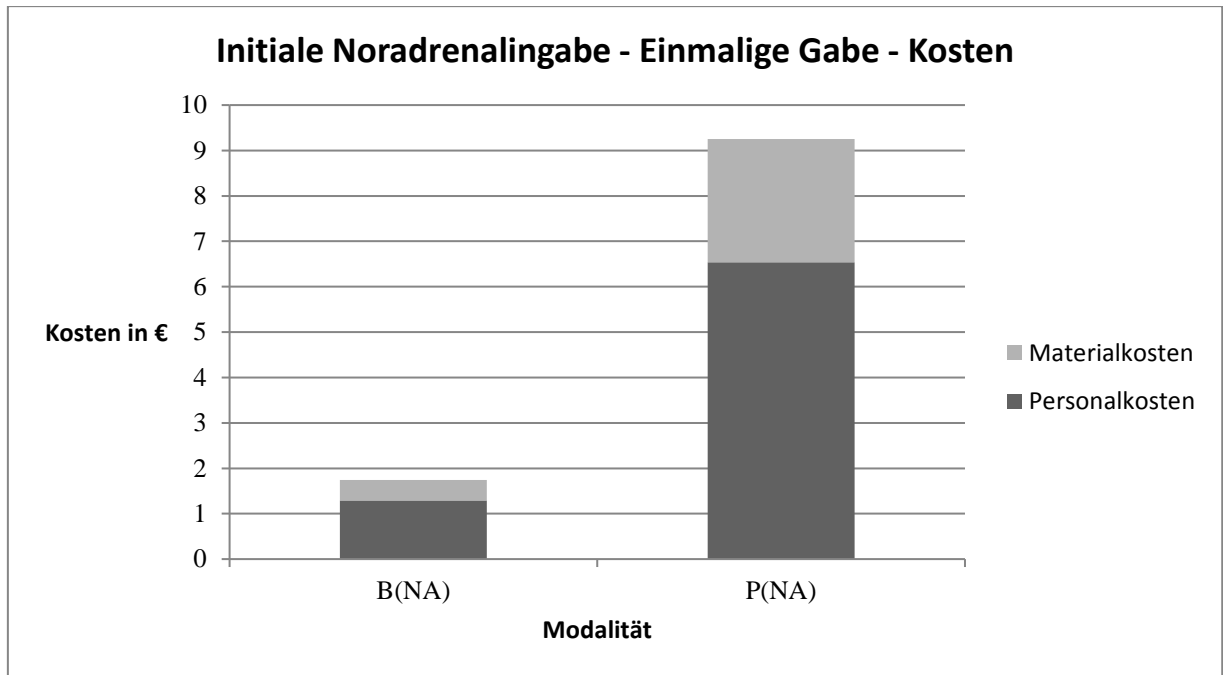


Abbildung 21: Initiale Noradrenalingabe - Einmalige Gabe – Kosten (B = Bolusgabe, P = Perfusor®-gabe)

7.4.2 Zweimalige Gabe

In dieser Gruppe liegt das durchschnittliche Patientenalter bei 69,5 Jahren. Der durchschnittliche ASA Wert beträgt 2,5.

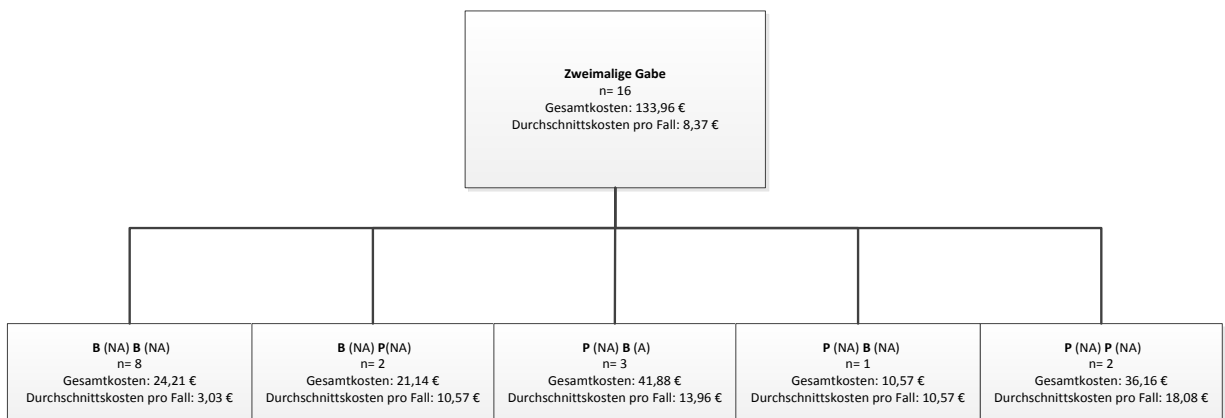


Abbildung 22: Zweimalige Gabe (B = Bolusgabe, P = Perfusor®-gabe)

7.4.2.1 Zweifache Bolusgabe (B(NA) B(NA))

Es sind acht Fälle dokumentiert und ausgewertet worden, in denen zweimalig ein Noradrenalinbolus händisch verabreicht wurde. Die durchschnittliche Arbeitszeit einer Pflegekraft betrug 68 Sekunden, die durchschnittliche ärztlich beanspruchte Zeit betrug 42 Sekunden. Insgesamt wurde eine Personalbindungszeit von 109 Sekunden ermittelt. Dies entspricht Personalkosten in Höhe von 2,58 €. Die Gesamtkosten beliefen sich auf 24,21 € und die durchschnittlichen Kosten pro Fall auf 3,03 €.

7.4.2.2 Noradrenalinbolus gefolgt von Noradrenalin-Perfusor® (**B_(NA)** **P_(NA)**)

In zwei Fällen wurde nach einer Bolusgabe Noradrenalin ein Perfusor® mit Noradrenalin angeschlossen. Die durchschnittliche Arbeitszeit einer Pflegekraft betrug 248 Sekunden, die durchschnittliche ärztlich beanspruchte Zeit betrug 104 Sekunden. Insgesamt wurde eine Personalbindungszeit von 353 Sekunden ermittelt. Dies entspricht Personalkosten in Höhe von 7,83 €. Die Gesamtkosten beliefen sich auf 21,14 € und die durchschnittlichen Kosten pro Fall auf 10,57 €.

7.4.2.3 Noradrenalin-Perfusor®-Gabe gefolgt von einer Akrinor®-Bolusgabe (**P_(NA)** **B_(A)**)

In drei dokumentierten Fällen wurde zusätzlich zum Noradrenalin-Perfusor® einmalig Akrinor® als Bolus gegeben. Durch die zusätzliche Akrinor®-Gabe erhöhten sich die Materialkosten auf 3,81 €. Die durchschnittliche Arbeitszeit einer Pflegekraft betrug 248 Sekunden, die durchschnittliche ärztlich beanspruchte Zeit betrug 104 Sekunden. Insgesamt wurde eine Personalbindungszeit von 353 Sekunden ermittelt. Dies entspricht Personalkosten in Höhe von 7,83 €. Die Gesamtkosten beliefen sich auf 41,88 € und die durchschnittlichen Kosten pro Fall auf 13,96 €.

7.4.2.4 Noradrenalin-Perfusor®-Gabe gefolgt von einem Noradrenalinbolus (**P_(NA)** **B_(NA)**)

Ein Fall dokumentiert die Verwendung eines Noradrenalin-Perfusors® mit anschließender Noradrenalinbolusapplikation. Die durchschnittliche Arbeitszeit einer Pflegekraft betrug 248 Sekunden, die durchschnittliche ärztlich beanspruchte Zeit betrug 104 Sekunden. Insgesamt wurde eine Personalbindungszeit von 353 Sekunden ermittelt. Dies entspricht Personalkosten in Höhe von 7,83 €. Die Gesamtkosten beliefen sich auf 10,57 € und die durchschnittlichen Kosten pro Fall auf 10,57 €.

7.4.2.5 Zweimaliger Noradrenalin-Perfusor® (**P_(NA)** **P_(NA)**)

In zwei Fällen wurden zwei Noradrenalin-Perfusor® benötigt. Die durchschnittliche Arbeitszeit einer Pflegekraft betrug 429 Sekunden, die durchschnittliche ärztlich beanspruchte Zeit betrug 167 Sekunden. Insgesamt wurde eine Personalbindungszeit von 596 Sekunden ermittelt. Dies entspricht Personalkosten in Höhe von 13,08 €. Die Gesamtkosten beliefen sich auf 36,16 € und die durchschnittlichen Kosten pro Fall auf 18,08 €.

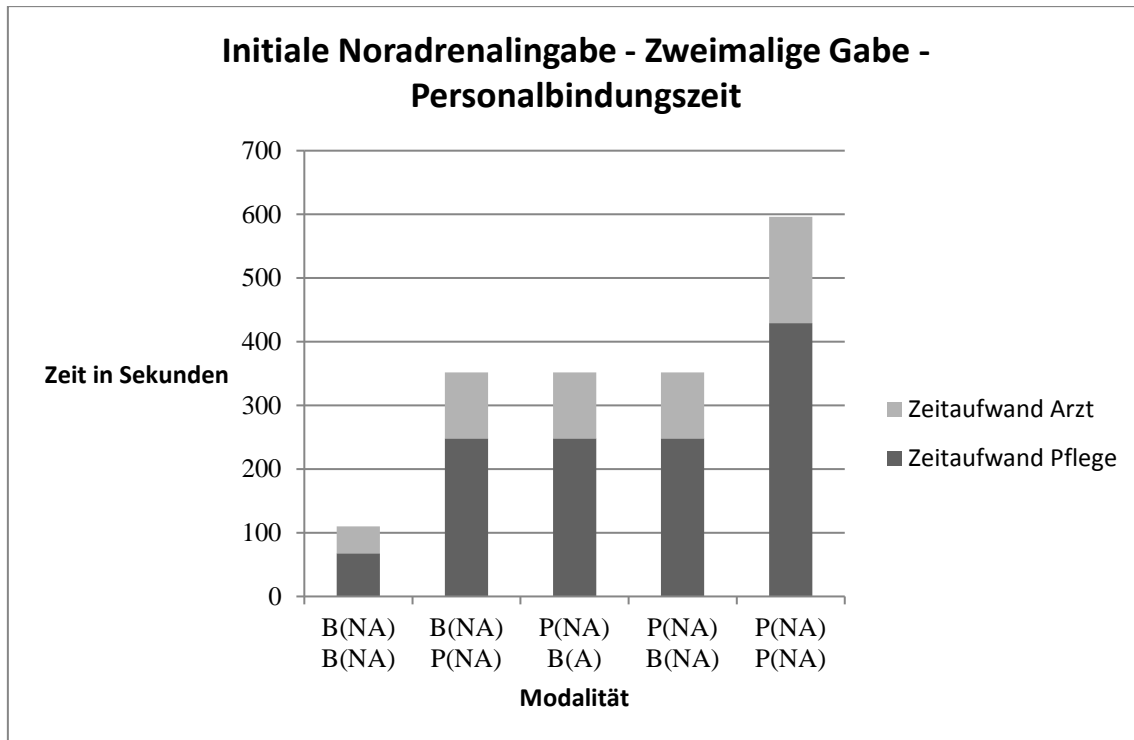


Abbildung 23: Initiale Noradrenalingabe - Zweimalige Gabe – Personalbindungszeit (B = Bolusgabe, P = Perfusor®-gabe)

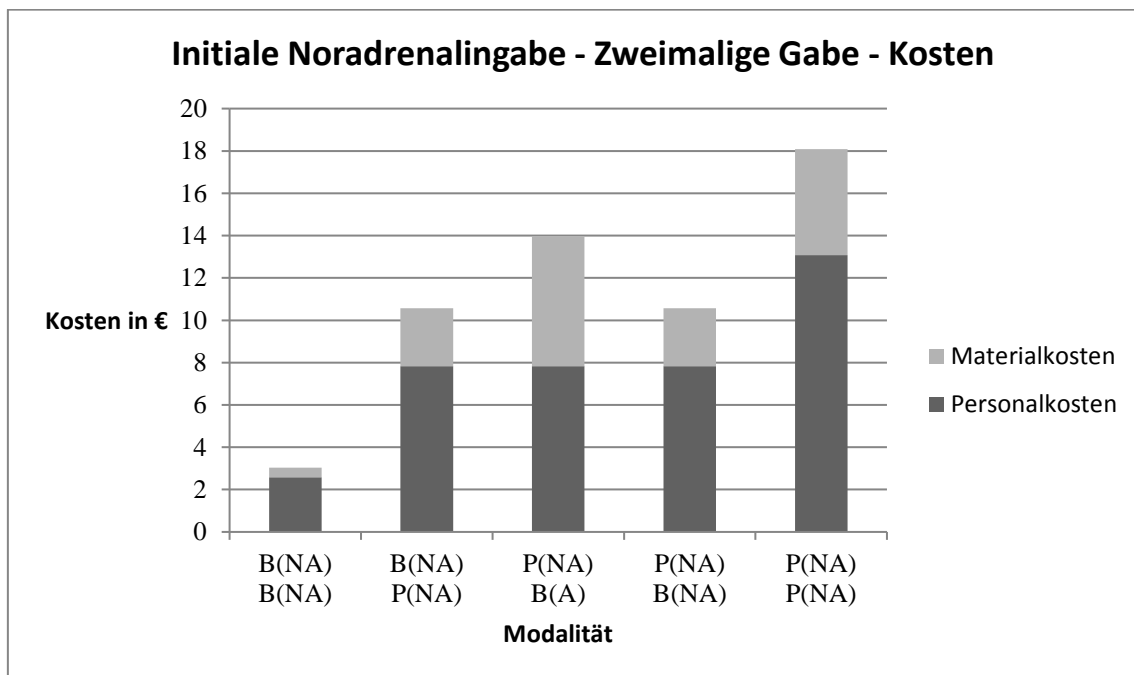


Abbildung 24: Initiale Noradrenalingabe - Zweimalige Gabe – Kosten (B = Bolusgabe, P = Perfusor®-gabe)

7.4.3 Dreimalige Gabe

In dieser Gruppe liegt das durchschnittliche Patientenalter bei 73,5 Jahren. Der durchschnittliche ASA Wert beträgt 2,9.

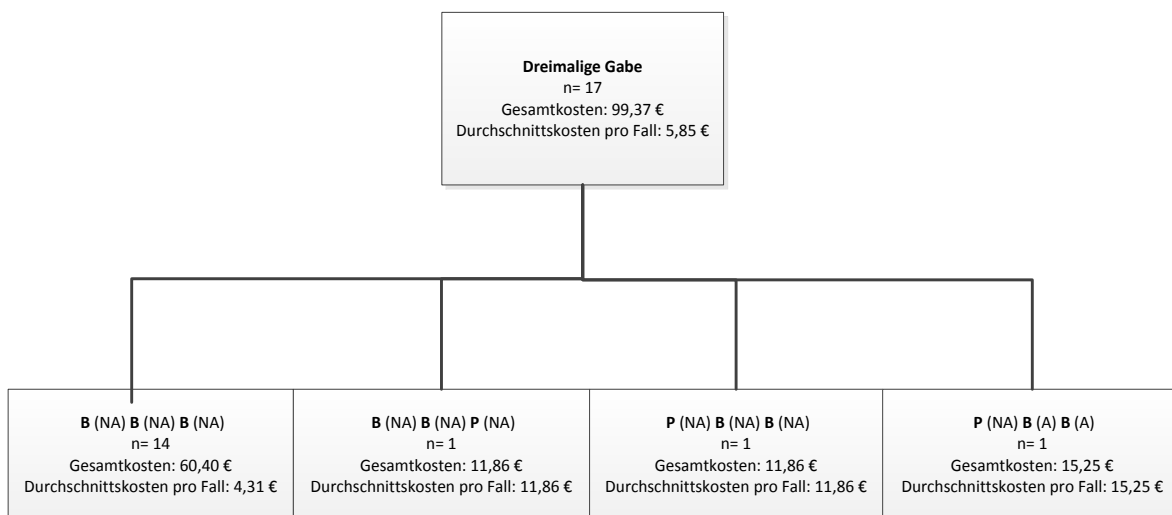


Abbildung 25: Dreimalige Gabe (B = Bolusgabe, P = Perfusor®-gabe)

7.4.3.1 Dreifache Bolusgabe Noradrenalin (**B(NA) B(NA) B(NA)**)

Eine dreifache Noradrenalingabe in Bolusform wurde 14 Mal dokumentiert. Die durchschnittliche Arbeitszeit einer Pflegekraft betrug 101 Sekunden, die durchschnittliche ärztlich beanspruchte Zeit betrug 62 Sekunden. Insgesamt wurde eine Personalbindungszeit von 164 Sekunden ermittelt. Dies entspricht Personalkosten in Höhe von 3,86 €. Die Gesamtkosten beliefen sich auf 60,40 € und die durchschnittlichen Kosten pro Fall auf 4,31 €.

7.4.3.2 Noradrenalin-Perfusor®-Gabe in Kombination mit zwei Bolusgaben Noradrenalin (**B(NA) B(NA) P(NA)** und **P(NA) B(NA) B(NA)**)

In jeweils einem Fall erfolgte die Kombination einer Noradrenalin-Behandlung mit einem Perfusor® mit zwei Bolusgaben Noradrenalin. Dabei wurde in einem Fall die zweimalige Bolusgabe an Noradrenalin vor der Gabe mit dem Perfusor® gegeben und in dem zweiten Fall erfolgte zunächst die Zufuhr an Noradrenalin mit dem Perfusor® und nachfolgend eine zweimalige Bolusgabe von Noradrenalin. In beiden Fällen waren die ermittelten Zeiten und Kosten identisch. Die durchschnittliche Arbeitszeit einer Pflegekraft betrug 282 Sekunden, die durchschnittliche ärztlich beanspruchte Zeit betrug 125 Sekunden. Insgesamt wurde eine Personalbindungszeit von 407 Sekunden ermittelt. Dies entspricht Personalkosten in Höhe von 9,12 €. Die Gesamtkosten beliefen sich auf 11,86 € und die durchschnittlichen Kosten pro Fall auf 11,86 €.

7.4.3.3 Noradrenalin-Perfusor®-Gabe gefolgt von zwei Akrinor® Bolusgaben (**P(NA) B(A) B(A)**)

In einem Fall erfolgte neben der Noradrenalingabe mittels Perfusor® eine zweimalige Akrinor®-Gabe. Die durchschnittliche Arbeitszeit einer Pflegekraft betrug 282 Sekunden, die durchschnittliche ärztlich beanspruchte Zeit betrug 125 Sekunden. Insgesamt wurde eine

Personalbindungszeit von 407 Sekunden ermittelt. Dies entspricht Personalkosten in Höhe von 9,12 €. Die Gesamtkosten beliefen sich auf 15,25 € und die durchschnittlichen Kosten pro Fall auf 15,25 €.

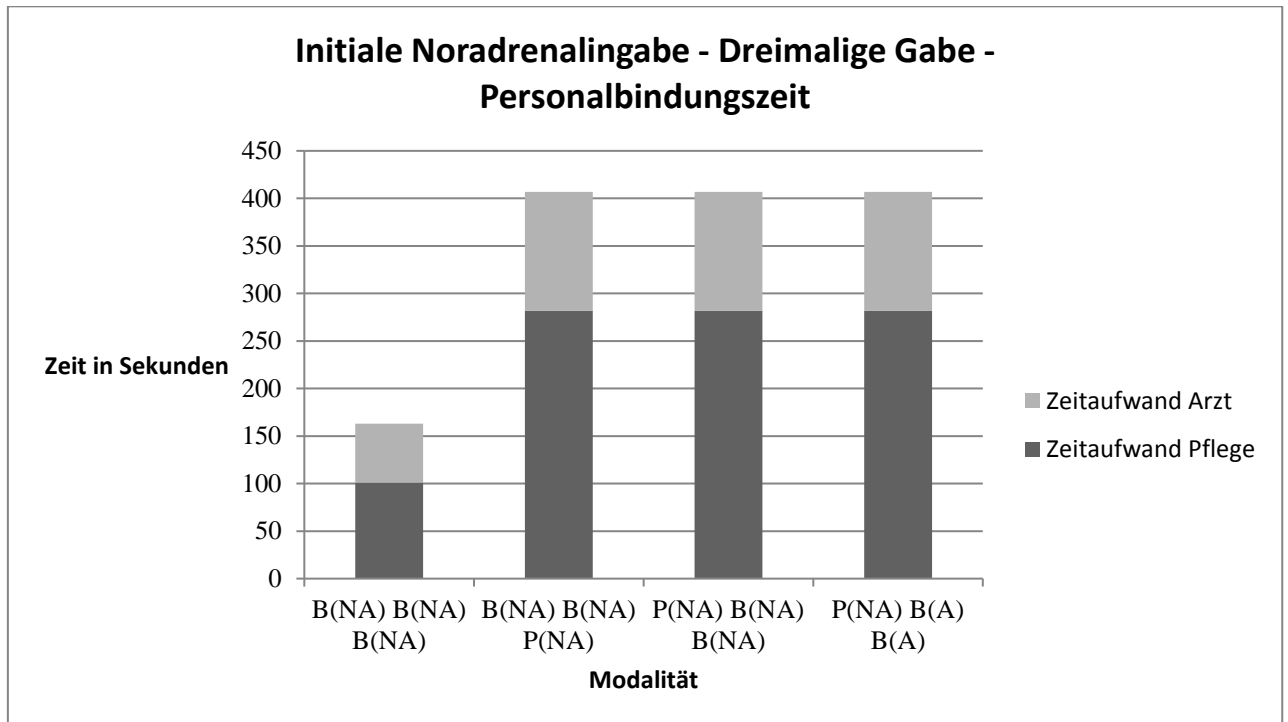


Abbildung 26: Initiale Noradrenalingabe - Dreimalige Gabe – Personalbindungszeit (B = Bolusgabe, P = Perfusor®-gabe)

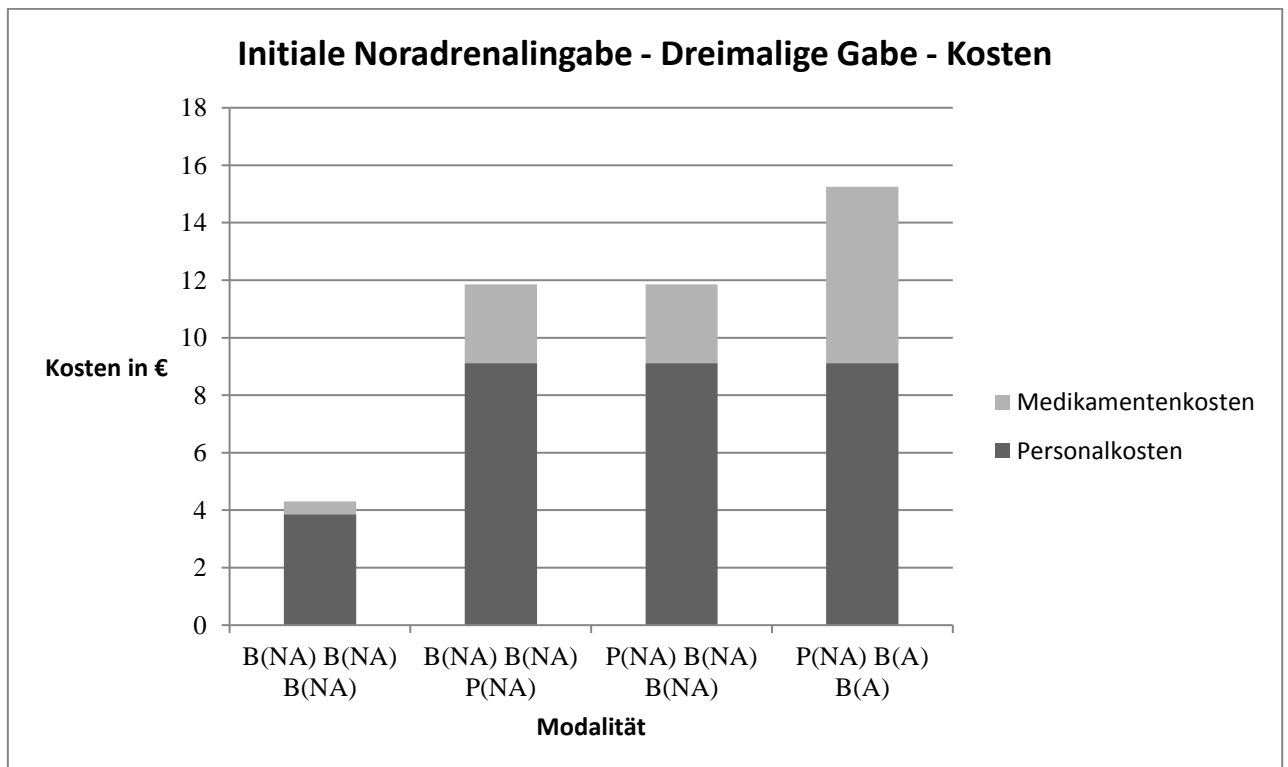


Abbildung 27: Initiale Noradrenalingabe - Dreimalige Gabe -Kosten (B = Bolusgabe, P = Perfusor®-gabe)

7.4.4 Berechnung der Prozesskosten

Wurde initial Noradrenalin verwendet, so kamen elf verschiedene Modalitäten zur Anwendung. Im Durchschnitt aller verschiedenen Modalitäten wurde ein Personal-Zeitaufwand von 215 Sekunden errechnet. Zusammenfassend ließen sich in dieser Gruppe durchschnittliche Gesamtkosten von 6,63 € pro Patientenfall berechnen.

Wird ohne Perfusor® und allein mit händischer Bolusgabe gearbeitet, so entstehen die geringsten Kosten. Diese Methode ist aufgrund der sehr kurzen Halbwertszeit von Noradrenalin in der Praxis wenig gängig und spiegelt somit nicht die reale Verwendungsform des Medikamentes wider.

7.5 Gegenüberstellung

Unter Beachtung der Materialkosten und der verursachungsgerechten Zuordnung der Personalkosten lassen sich die beiden verschiedenen Teilprozesskosten berechnen. Wird initial mit Akrinor® behandelt, so entstehen durchschnittlich Kosten in Höhe von 5,18 €. Dem gegenüber entstehen durchschnittliche Gesamtkosten in Höhe von 6,63 €, wenn initial mit Noradrenalin behandelt wird. Zur Ermittlung dieses Durchschnittswertes sind alle Fälle eingeschlossen, in denen eine antihypertensive Therapie initial mit Noradrenalin gestartet wurde, was sowohl die reinen Bolusapplikationen, die Verwendung von ein oder mehreren Perfusoren® als auch die spätere Kombination mit Akrinor® beinhaltet. Das entspricht einer Differenz von 1,45 €.

7.6 Vergleichbarkeit der beiden Patientengruppen

In der Gruppe, in der die Patienten initial Akrinor® erhielten beträgt das Durchschnittsalter 72,3 Jahre. Der durchschnittliche ASA Score der Patienten beträgt 2,64 und die durchschnittliche Operationsdauer 2:12 Stunden. In der zweiten Gruppe, in der initial mit Noradrenalin behandelt wurde beträgt das Durchschnittsalter 71,0 Jahre und der durchschnittliche ASA Score 2,62. Die durchschnittliche Operationsdauer beträgt 2:33 Stunden. Dadurch ist eine Vergleichbarkeit der beiden Patientengruppen gewährleistet.

8 Diskussion

8.1 Hintergrund der Fragestellung

Die Fragestellung der vorgelegten Untersuchung ergibt sich aus dem Vergütungssystem deutscher Krankenhäuser und die sich hieraus ergebende Frage, wie die Kosten eines klinischen Falls sichtbar und Behandlungsalternativen ökonomisch vergleichbar gemacht werden können. Eine prozessorientierte Vergütungsform fordert sowohl ein prozessorientiertes Management als auch eine prozessorientierte Kostenrechnungsart. Die Etablierung des klinischen Prozessmanagements eröffnet die Möglichkeit, Behandlungsprozesse transparent und mittels Prozesskostenrechnung einer Kostenanalyse zugänglich zu machen. Das Ziel der vorliegenden Studie ist die Gegenüberstellung der Prozesskosten für die Behandlung der intraoperativen Hypotonie mittels Akrinor® und Noradrenalin und eine ökonomische Interpretation der Ergebnisse mit Blick auf eine kostenadaptierte Prozessoptimierung. Weiterhin soll anhand dieses Vergleiches die allgemeine Relevanz der Prozesskostenrechnung als Instrument für die wirtschaftliche Betrachtung verschiedener klinischer Prozesse dargestellt werden.

Die Einführung eines Prozessmanagements, in dem der Behandlungspfad des Patienten abteilungsübergreifend im Mittelpunkt steht, ist mit hohem Aufwand verbunden. Besonders die Berechnung der genauen Kosten aller Teilprozesse ist zeitintensiv. Mit dieser Arbeit wurde ein anästhesiologischer Teilprozess auf Zeit- und Kostenaufwand analysiert. Durch die Gegenüberstellung der beiden betrachteten Teilprozesse konnte ein Effizienzunterschied gefunden werden.

8.2 Essentielle Ergebnisse

Mit dieser pharmakoökonomischen Studie lässt sich darstellen, dass die initiale Behandlung der intraoperativen Hypotonie mit Akrinor® kostengünstiger als die initiale Behandlung mit Noradrenalin ist. Obwohl der Medikamentenpreis für Noradrenalin unterhalb des Medikamentenpreises für Akrinor® liegt, sind die Gesamtprozesskosten der Behandlung mit Noradrenalin höher. Die Hauptursache liegt dabei in der hohen Personalbindungszeit bei Verwendung eines Perfusors®. Die Personalbindungszeit stellt sich als kostenbestimmender Faktor heraus.

Insgesamt wurden 231 Sequenzen, erhoben an sechs deutschen Kliniken, in dieser Studie ausgewertet. 55,84 % (n= 129) der Fälle wurden initial mit Akrinor® und 44,16 % (n= 102) initial mit Noradrenalin behandelt. Einschlusskriterien waren ein Patientenalter von mindestens 50

Jahren, ein ASA Score zwischen zwei und drei sowie eine geplante Operationsdauer von 60 - 80 Minuten. Die Hauptunterschiede der beiden Behandlungsprozesse liegen in der unterschiedlichen Applikationsform der Medikamente. Während Akrinor® als Bolus verabreicht wird, bedarf es bei der Behandlung mit Noradrenalin aufgrund der kürzeren Halbwertszeit der Verwendung eines Perfusors®. Der Hauptkostentreiber ist neben den Medikamentenkosten die Personalbindungszeit. Der Teilprozess Bolus beansprucht 1,29 € Gesamtpersonalkosten pro Anwendung und der Teilprozess Perfusor® 6,54 €. Im Ergebnis dieser Prozesskostenanalyse entstehen bei der initialen Behandlung mit Akrinor® Kosten in Höhe von 5,18 € und bei der initialen Behandlung mit Noradrenalin Gesamtkosten in Höhe von 6,63 €. Die Kostendifferenz von 1,45 € der beiden Behandlungsalternativen eröffnet die Möglichkeit einer kostenreduzierenden Prozessoptimierung. Die durchschnittliche Personalbindungszeit bei der initialen Behandlung mit Akrinor® beträgt 74 Sekunden pro Fall. Dem gegenüber steht eine durchschnittliche Personalbindungszeit von 215 Sekunden pro Fall bei initialer Behandlung mit Noradrenalin, wenn, wie dann üblich, das Medikament unter Inanspruchnahme eines Perfusors® verabreicht wird.

Es konnte eine effektive Kostenersparnis für die initiale Behandlung der intraoperativen Hypotonie mit Akrinor® gezeigt werden.

8.3 Die eigene Arbeit im Kontext der wirtschaftlichen Lage deutscher Krankenhäuser

Mit der DRG – Einführung 2003 änderte sich das Abrechnungssystem deutscher Krankenhäuser grundlegend [42]. Ein Vergütungssystem, welches den Gesamtprozess der Behandlung in den Vordergrund stellt, führt zu Veränderungen des traditionell abteilungsorientierten Klinikmanagements. Die Aufstellung der genauen Kosten eines Gesamtbehandlungsprozesses lässt sich nur abteilungsübergreifend erfassen. Ein solches abteilungsübergreifendes Management findet sich im klinischen Prozessmanagement wieder. Zur Bestimmung der Kosten, die von einem Prozess verursacht werden, eignet sich die Prozesskostenrechnung. [16]

Simon beschrieb 2013 in einem Artikel über das deutsche DRG System, dass die Unterfinanzierung von vielen Krankenhäusern nach Einführung der DRG darin begründet liege, dass zur Ermittlung des Vergütungsbudgets Durchschnittskosten als Kalkulationsgrundlage benutzt werden. Eine Orientierung an Durchschnittskosten habe immer zur Folge, dass es Krankenhäuser geben werde, die durch ihre überdurchschnittlichen Kosten zur Einsparung gezwungen sind. Eine Möglichkeit der Kosteneinsparung wäre die Reduktion des Angebotes.

Simon bezeichnet diese Entwicklung als „Kellertreppeneffekt“. Wird eine Klinik mit überdurchschnittlichen Kosten zur Kostenreduktion gezwungen, so führe dies bei der nächsten folgenden Evaluation zu einer weiteren Durchschnittskosten senkung. Diese wiederum führe bei den nächsten Kliniken zu einer Unterfinanzierung. Er fordert deshalb eine Umgestaltung der Krankenhausfinanzierung mit mehr Beachtung des Versorgungsauftrages gemäß § 1 KHG¹⁰. [43]

Dass eine Auswirkung der DRG-Einführung auf die Versorgungsqualität noch gering, es jedoch bereits zu einem erlösorientierten Handeln mit Nachteilen für die Patienten gekommen ist, fanden Buhr und Klink 2006 anhand von vier Fallstudien heraus [14].

Ein zusätzliches Problem stellt die ungenügende Beachtung von Spezialisierungen in der Vergütung dar. Hier besteht die Gefahr der Angebotsreduktion, welcher nur mit weiteren finanziellen Mitteln entgegengesteuert werden kann. [56] Im Rahmen der Qualitätssicherung müssen darüber hinaus auch Aus- und Weiterbildungen stärker in der DRG-Vergütung abgebildet werden [2].

Ferner beschreiben die Autoren Rau et al. in ihrem Buch „Auswirkungen der DRG-Einführung in Deutschland“, dass die DRG-Einführung dazu beitragen könne, dass Patienten mit Diagnosen ökonomisch günstigerer DRG Vergütung gegenüber Patienten mit geringer vergüteten Diagnosen in einem Krankenhaus vorzugsweise aufgenommen und behandelt werden [4].

Grundsätzlich hat sich das wirtschaftliche Denken und Handeln in den Führungsebenen der Krankenhäuser verändert. Reinhold et al. beschäftigten sich 2009 anhand einer Metanalyse mit dem Thema „Gesundheitsökonomische Auswirkungen der DRG-Einführung“. Sie konnten zeigen, dass sich seit der Einführung des neuen Abrechnungssystems sowohl die Patientenverweildauer als auch die Erlöszahlungen für das behandelnde Krankenhaus reduzierten. [55] Klink beschrieb 2004, anhand von durchgeführten Interviews, die Änderungen im beruflichen Selbstverständnis hessischer Krankenhausärzte. Auch hier wurden

¹⁰ Auszug aus dem Krankenhausfinanzierungsgesetz (KHG) (wörtliche Übernahme):

„§ 1 Grundsatz

(1) Zweck dieses Gesetzes ist die wirtschaftliche Sicherung der Krankenhäuser, um eine qualitativ hochwertige, patienten- und bedarfsgerechte Versorgung der Bevölkerung mit leistungsfähigen, qualitativ hochwertig und eigenverantwortlich wirtschaftenden Krankenhäusern zu gewährleisten und zu sozial tragbaren Pflegesätzen beizutragen.

(2) Bei der Durchführung des Gesetzes ist die Vielfalt der Krankenhausträger zu beachten. Dabei ist nach Maßgabe des Landesrechts insbesondere die wirtschaftliche Sicherung freigemeinnütziger und privater Krankenhäuser zu gewährleisten. Die Gewährung von Fördermitteln nach diesem Gesetz darf nicht mit Auflagen verbunden werden, durch die die Selbständigkeit und Unabhängigkeit von Krankenhäusern über die Erfordernisse der Krankenhausplanung und der wirtschaftlichen Betriebsführung hinaus beeinträchtigt werden.“

die Auswirkungen der wirtschaftlichen Veränderungen durch zunehmende Gewinnorientierung ärztlicher Mitarbeiter, unabhängig von ihrem hierarchischen Stand, deutlich. [14]

Betrachtet man die Ökonomie der Krankenhäuser im internationalen Vergleich, lässt sich eine überdurchschnittliche Steigerung der stationären Inanspruchnahme in Deutschland feststellen. Gleichzeitig zeigt der Vergleich auch, dass die jährlichen Krankenhausaussgaben unterhalb des internationalen Durchschnitts liegen. Diese Konstellation lässt sich durch sehr niedrige Fallkosten erklären, die wiederum die hohe Produktivität in der Leistungserbringung widerspiegeln. Ebenso fällt im Ländervergleich auf, dass in Deutschland verhältnismäßig mehr Patienten von weniger Personal behandelt werden. [5]

Im Hinblick auf die wirtschaftliche Zukunft deutscher Krankenhäuser prognostiziert die Roland Berger Strategy Consultants in ihrer auf Befragung basierenden Studie „Aktuelle Diagnose und Therapie der wirtschaftlichen Misere deutscher Krankenhäuser“, dass sich die wirtschaftliche Situation der deutschen Krankenhäuser in den nächsten Jahren verschlechtern werde. Neben der Erlössteigerung werden auch Einsparungen im Bereich der Sachkosten als Möglichkeit zur Verbesserung der wirtschaftlichen Lage gesehen. [57]

Um die Existenzsicherung und den Erfolg eines gesundheitswirtschaftlichen Unternehmens zu sichern bedarf es eines Unternehmensmanagements und einer erfolgreichen Strategie. Die Optimierung von Kernkompetenzen kann Wettbewerbsvorteile gegenüber der Konkurrenz sichern. [25]

Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, dass auch das gleichartige Angebot vieler Krankenhäuser bei gleichem Kundenstamm ein Durchsetzen gegenüber der Konkurrenz erschwert. Somit kommt der Versorgungsqualität als Anspruch des Kunden und der niedergelassenen Zulieferer eine steigende Bedeutung zu. [25]

Die Durchsicht und Auswertung der vorstehend zitierten Literatur lässt diesseits den Schluss zu, dass, um sich nach außen gegen die Konkurrenz durchsetzen zu können, auch auf interner Ebene ein geschultes Management mit erfolgreicher Strategie essentiell ist.

Die ungenügende Abstimmung von Arbeitsprozessen reduziert die Mitarbeiterzufriedenheit, die Qualität der Dienstleistung und bremst die Wirtschaftlichkeit. Es bedarf somit einer koordinierten Prozesssteuerung des Patientenaufenthaltes in Krankenhäusern. Hinter dieser Fallsteuerung stehen die beiden Konzepte Prozessmanagement und Case-Management. Grundlage des Prozessmanagements ist die Prozessstrukturierung im Rahmen der Prozessorganisation. Die kundenorientierte Prozessorganisation erfordert ein funktionierendes Schnittstellenmanagement und die Übertragung der Prozessverantwortung auf geschultes

Personal. Besondere Bedeutung haben wertschöpfende Prozesse, da diese einen wichtigen Einfluss auf den Erfolg eines Unternehmens haben. Die Prozessstruktur wird mit Hilfe von Ablaufdiagrammen transparent gemacht und ist so dem Management und den an den Prozessen beteiligten Mitarbeitern visuell zugänglich. Aus der Prozessorganisation entwickeln sich Behandlungspfade, die von Patienten im Krankenhaus durchlaufen werden. [zitiert nach [18]]

Diese Prozessorientierung ist bisweilen noch nicht in allen Managementabteilungen der Krankenhäuser etabliert. Viele Krankenhäuser arbeiten noch traditionell abteilungsorientiert. Bei dieser separaten Organisation jeder einzelnen Fachabteilung finden abteilungsübergreifende Behandlungspfade keine ausreichende Berücksichtigung. Eine mangelnde Absprache der einzelnen Abteilungen kann zu Verzögerungen und Ablaufstörungen führen. [zitiert nach [60]]

8.4 Die eigene Arbeit im Kontext der Kostenrechnungssysteme

Zu den Aufgaben der innerbetrieblichen Kostenrechnung gehören die Auseinandersetzung mit Prozesskosten und der Vergleich mit der Wirtschaftlichkeit möglicher Prozessalternativen. Die Schwierigkeit der Bewertung dieser Prozessalternativen besteht darin, die Kosten verursachungsgerecht den jeweiligen Prozessen zuzuordnen. [72]

Nach vergleichender Betrachtung der verschiedenen Kostenträgerrechnungen hat sich die Prozesskostenrechnung für den in dieser Studie betrachteten Teilprozess als bestmögliche Rechengrundlage herausgestellt. Der Hauptgrund für die Eignung der Prozesskostenrechnung ist die Berücksichtigung der verursachungsgerechten Verteilung von Gemeinkosten.

Um Prozesskosten transparent zu machen bedarf es zunächst einer genauen Definition dieses Prozesses und einer Eingliederung in den Gesamtprozess. Die patientenzentrierte Prozessorganisation in einem Krankenhaus stellt den Behandlungsprozess in den Vordergrund der Betrachtung. [16]

Dieser Behandlungsprozess lässt sich in verschiedene Teilprozesse gliedern. Die Behandlung der intraoperativen Hypotonie ist ein anästhesiologischer Teilprozess, der im Behandlungspfad eines chirurgischen Patienten zu finden ist.

8.5 Die eigene Arbeit mit Blick auf die klinische Relevanz

Die klinische Relevanz dieser Studie korreliert mit der Inzidenz der intraoperativen Hypotonie und mit der Bedeutung einer Behandlungsintervention.

Aufgrund einer fehlenden allgemeingültigen Definition der arteriellen Hypotonie ist die Bestimmung der Inzidenz im Allgemeinen nicht möglich. Je nach zugrunde liegender Definition kam eine Studie nach Auswertung von über 15.000 Anästhesieprotokollen zu Inzidenzen zwischen 5 und 99 % [9]. Eine weitere Literaturrecherche wertete 63 Publikationen aus. Die Autoren fanden 15 verschiedene Definitionen der Hypotonie und eine Streuung der Inzidenz, je nach zugrunde liegender Definition, zwischen 7,4 und 74,1 % [30].

Das Risiko für das Auftreten der intraoperativen Hypotonie steigt mit dem Alter des Patienten und mit Höhe der jeweiligen ASA-Einschätzung [54]. Auch Medikamente, insbesondere Propofol, können zum Auftreten der Hypotonien beitragen [27, 54, 66].

Eine adäquate Blutdruckeinstellung ist besonders für das Gehirn und die Nieren essentiell [70]. Es konnte ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten der intraoperativen Hypotonie und dem Auftreten von akuten Nierenschädigungen, Herzischämien und Mortalität beobachtet werden [45, 62, 67]. Das alleinige Auftreten der intraoperativen Hypotonie führe allerdings nicht zu einem Anstieg der Mortalität [10, 62]. Die zügige Behandlung mit Vasopressoren bei Patienten mit einem mittleren arteriellen Blutdruck unter 75 mmHg, einem BIS Index unter 45 und einem MAC kleiner 0,7 führt zu einer Reduktion der 1-Jahres-Mortalität [58].

Verschiedene Studien konnten prädisponierende Risikofaktoren für die Entstehung der intraoperativen Hypotonie beschreiben. Sowohl die Gabe von Hypnotika, als auch eine präoperative Dehydrierung und ein intraoperativer Flüssigkeitsverlust begünstigen das Auftreten einer Hypotonie [69]. Als weitere Risikofaktoren konnten eine präoperative Herzfrequenz von unter 60 Schlägen pro Minute, ein präoperativer Blutdruck unter 110/60 mmHg, eine Renin-Angiotensin-Blockade und ein Revised Cardiac Risk Index über drei Punkte identifiziert werden [17]. Ein zusätzliches Risikoprofil haben Patienten mit einer vorherrschenden arteriellen Hypertonie [53]. Weiterhin hat auch das Ausmaß des operativen Eingriffs einen Einfluss auf die Entstehung einer Hypotonie. Bei größeren Eingriffen ist das Risiko höher als bei kleineren Eingriffen. [17, 64]

ACE - Hemmer und direkte AT2 - Antagonisten werden präoperativ in der Regel nicht abgesetzt und können zur Auslösung von intraoperativen Hypotonien beitragen [53]. Zusätzlich können AT2 - Antagonisten ein vermindertes Ansprechen auf Vasopressoren begünstigen [12].

Auch die halbsitzende Patientenlagerung, die bei einigen Operationsverfahren notwendig ist, kann die Entstehung einer Hypotonie begünstigen [28, 51].

Therapeutisch stehen medikamentöse und nicht medikamentöse Alternativen zur Verfügung. Von Lagerungsmanövern wie der Schocklagerung profitieren Patienten mit ausgeglichenem

Flüssigkeitsstatus kaum. Auch die Wirksamkeit einer Kompression distaler Kapazitätsgefäße als Behandlungsoption der intraoperativen Hypotonie ist nicht nachgewiesen. [20]

Eine Volumentherapie kann eine Hypotonie aufgrund von Blutverlusten kausal behandeln und auch für Spinalanästhesien ist ein protektiver Effekt der Volumentherapie nachgewiesen [20, 21]. Aus Studien resultierende Empfehlungen zur Kombination der Volumentherapie mit Vasopressoren zeigen jedoch auch die Bedeutung der medikamentösen Therapie [65].

Der arterielle Blutdruck ergibt sich als Produkt aus Gefäßwiderstand und Herzzeitvolumen. Im Rahmen einer anästhesiologischen Patientenbehandlung tritt die venöse und arterielle Vasodilatation häufig in Kombination auf. Negativ inotrope Hypnotika senken zusätzlich das Herzzeitvolumen. Katecholamine können sowohl das Herzzeitvolumen als auch den venösen und arteriellen Gefäßwiderstand erhöhen und eignen sich durch diese Wirkkombination als medikamentöse Therapeutika zur Behandlung der intraoperativen Hypotonie. [20]

Das Kombinationspräparat Akrinor® kombiniert die Wirkstoffe Cafedrin und Theodrenalin. Eine blutdrucksteigernde Wirkung konnte anhand verschiedener Studien gezeigt werden [26, 48]. Akrinor® hat einen Einfluss auf Vorlast, Nachlast und Kontraktilität des Herzens [48]. Es ist sowohl eine zentrale stimulierende Wirkung als auch eine Wirkung auf β - und adrenergen α -Rezeptoren gezeigt worden [23, 63]. Unter Beachtung verschiedener Studien wird beschrieben, dass von einer Akrinor® Eigenwirkung durch Interaktion der Wirkstoffe ausgegangen werden kann [zitiert nach [23]].

Noradrenalin als körpereigenes Hormon und Neurotransmitter führt sowohl über Stimulation peripherer α -Rezeptoren als auch über die β_1 -Rezeptoren am Herzen zu einer Blutdrucksteigerung [50]. Über Barorezeptorstimulation kann eine Reflexbradykardie auftreten [37]. Um eine ischämische Wirkung an den Nieren und dem Splanchnikusgebiet aufgrund der vasokonstriktiven Eigenschaften zu verhindern, sollte eine möglichst kurze und niedrigdosierte Behandlung bevorzugt werden [37].

Akrinor® und Noradrenalin haben eine blutdrucksteigernde Wirkung. Unterschiede finden sich in der Darreichungsform der beiden Behandlungsalternativen. Während Akrinor® direkt aus der Ampulle aufgezogen und fraktioniert und unverdünnt appliziert werden kann, wird bei der Behandlung mit Noradrenalin aufgrund der kurzen Halbwertszeit zur Applikation üblicherweise ein Perfusor® eingesetzt. Des Weiteren muss Noradrenalin in einem ersten Schritt mit NaCl verdünnt werden.

Anhand der vorgelegten Studie ließ sich darstellen, dass durch den erhöhten Mehraufwand bei der Behandlung mit Noradrenalin höhere Prozesskosten entstehen, als bei der Behandlung mit Akrinor®.

Neben den höheren Kosten dieses Behandlungsprozesses, die aus ökonomischer Sicht von Interesse sind, sollte auch die Bedeutung der höheren Personalbindungszeit diskutiert werden.

Steigende Arbeitsanforderungen können mit einer verminderten Konzentrationsfähigkeit verbunden sein. Eine Studie aus dem Jahre 2002 von Fletcher et al. beschreibt die Wichtigkeit sogenannter nicht-technischer Skills in der Anästhesie. Dazu gehören neben kognitiven Fähigkeiten, wie Entscheidungen zu treffen auch soziale Kompetenzen wie Kommunikation und Zusammenarbeit im Team. Für ein sicheres und effektives Arbeiten im Operationssaal seien diese Fähigkeiten von besonderer Bedeutung. Unterstrichen wird diese Aussage durch die Tatsache, dass etwa 80 % der Zwischenfälle in der Anästhesie auf menschliche Fehler zurückzuführen sind. Der Anästhesiearbeitsplatz hat vieles mit industriellen Hochsicherheitsarbeitsplätzen, wie dem Bereich der Flugsicherung oder der Kernindustrie, gemeinsam. [22]

Eine Studie von Morris und Leung beschäftigte sich mit der Konzentrationsleistung von Piloten mit steigender Arbeitsanforderung. Dabei fanden sie heraus, dass mit steigender Arbeitsanforderung oder psychischen Belastungen die Konzentrationsleistung nachließ. [46]

Übertragen auf den Arbeitsplatz des Anästhesisten bedeutet dies, dass mit steigender Arbeitsanforderung eine Reduktion der Patientensicherheit denkbar ist.

8.6 Grenzen und Schwächen der vorgelegten Untersuchung

Die in dieser Studie verwendete Methodik ist ein sehr zeitaufwendiges Verfahren, das im Ergebnis zwar gut die durchschnittlichen prozessbezogenen Personalbindungszeiten ermitteln kann, jedoch auch Grenzen im Hinblick auf die Praktikabilität hat. Eine Analyse aller Alternativprozesse in einem Krankenhaus nach Vorbild dieser Methodik ist so zeitaufwendig, dass die Personalkosten zur Erfassung dieser Prozesskosten dem Nutzen aus den gewonnenen Erkenntnissen kritisch gegenübergestellt werden müssen.

Ferner fand in dieser Studie keine Berücksichtigung der Infrastrukturkosten statt. Die Beschaffung und Wartung der Perfusoren® und die Schulung des Personals wurden ebenfalls nicht berücksichtigt. Auch die Tatsache, dass Noradrenalin im Kühlschrank gelagert werden

muss, verursacht Kosten, die nicht berücksichtigt werden konnten. Eine genaue Zuordnung aller am Prozess beteiligten Gemeinkosten war in diesem Umfang nicht möglich.

Des Weiteren konnte keine Aussage über die gleichmäßige Betrachtung aller chirurgischen Fachabteilungen gemacht werden, da in einigen Fällen die OPS Kodierung auf dem Sequenzerhebungsbogen nicht ausgefüllt war.

Weiterhin wurden in dieser Studie lediglich die Medikamente Akrinor® und Noradrenalin vergleichend gegenübergestellt. Zur Darstellung aller Alternativprozesse fehlen noch die hier weniger verbreitete Behandlung mit Ephedrin und Phenylephrin.

Als letzten Punkt gilt es anzumerken, dass hier die Kosten für die initiale Behandlung mit Akrinor® beziehungsweise Noradrenalin verglichen wurde. In vier Fällen wurde die Therapie nach initialer Behandlung mit Noradrenalin durch eine beziehungsweise zwei Bolusgaben Akrinor® ergänzt. Diese durch Akrinor® entstandenen Kosten flossen in die Berechnungen der Kosten der initialen Noradrenalintherapie ein. Es handelt sich bei der initialen Noradrenalintherapie folglich nicht nur um eine reine Therapie mit Noradrenalin. Es lässt sich eine Kostenentwicklung durch Medikamentenkombination erkennen.

8.7 Hypothesen und Ausblick

Wir konnten mit dieser prospektiven pharmakoökonomischen Studie zeigen, dass die initiale Behandlung der intraoperativen Hypotonie mit Akrinor® kostengünstiger als die initiale Behandlung mit Noradrenalin ist. Da der Hauptkostentreiber der Prozesse die Personalbindungszeit ist, konnten auch Unterschiede des Arbeitsaufwandes beider Therapieoptionen gezeigt werden. Während die initiale Behandlung mit Akrinor® eine durchschnittliche Personalbindungszeit von 74 Sekunden pro Fall benötigt, beträgt die durchschnittliche Personalbindungszeit pro Fall bei der initialen Behandlung mit Noradrenalin 215 Sekunden.

Die Einführung eines standardisierten Behandlungspfades zur Behandlung intraoperativer Hypotonien sollte evidenzbasiert und kostentransparent sein. Durch unsere Studienergebnisse erwies sich die Behandlung mit Akrinor® als kostengünstigere Behandlungsalternative. Die geringere Personalbindungszeit kann die Arbeitsbelastung des Anästhesisten reduzieren und zur Erhöhung der Patientensicherheit beitragen.

Weiterhin konnte gezeigt werden, dass das klinische Prozessmanagement ein geeignetes Managementsystem ist, um Prozesskosten mittels Prozesskostenrechnung zu erfassen. Dem

DRG gesteuerten Abrechnungssystem geschuldet, rücken die einzelnen Prozesse der Patientenbehandlung in den Vordergrund der Betrachtung und könnten die traditionell abteilungsinternen Managementsysteme ablösen. Die Einführung des klinischen Prozessmanagements ist ein zeit- und kostenintensiver Prozess. Um weitere Teilprozesse des klinischen Behandlungspfades genauer auf Wirtschaftlichkeit zu analysieren, sollten weitere Studien folgen, die nach dem hier gezeigten Beispiel mittels Prozesskostenrechnung die Teilprozesse wirtschaftlich vergleichbar machen. Besondere Bedeutung spielen dabei Prozesse mit einer hohen Personalbindungszeit, da diese durch die verursachungsgerechte Verteilung der Personalbindungszeiten zu den jeweiligen Prozessen eine stärkere Berücksichtigung erfahren und damit die Prozesskosten genauer darstellen.

9 Zusammenfassung

Die Fragestellung, die der hier vorgelegten Dissertation zugrunde liegt, ist die Betrachtung der Behandlung einer intraoperativen Hypotonie im Spiegelbild des klinischen Prozessmanagements. Dazu wurden die Prozesskosten zweier alternativer Behandlungsprozesse (Akrinor® versus Noradrenalin) ermittelt und weitergehend im Sinne der Fragestellung analysiert.

Durch die Einführung einer prozessorientierten Vergütung über Fallpauschalen rückt die Betrachtung des Behandlungsprozesses in den Vordergrund. Die traditionell abteilungsinterne Organisation, wie sie in vielen Krankenhäusern vorherrscht, hat ihre Beschränkung in der Gegenüberstellung von Kosten und Erlösen der abteilungsinternen Prozeduren. Eine Abbildung des Gesamtprozesses ist nur mit Hilfe eines abteilungsübergreifenden Prozessmanagements realisierbar. Da sich das Vergütungssystem an diesem Gesamtprozess orientiert, ist die Etablierung des klinischen Prozessmanagements ein geeignetes Instrument, um mit Hilfe der Prozesskostenrechnung einzelne Teilprozesse auf Effizienz zu prüfen und mit Prozessalternativen zu vergleichen.

In der, dieser Dissertation zugrundeliegenden Untersuchung, erfolgte eine Zuordnung des Hauptkostentreibers Personalbindungszeit verursachungsgerecht zu den jeweiligen Prozessen. Dazu wurden insgesamt 345 Prozesszeiten in sechs verschiedenen deutschen Krankenhäusern unter Anwendung von Sequenzerhebungsbögen ermittelt und ausgewertet.

Im Ergebnis fanden sich im Mittel Kosten in Höhe von 5,18 € bei der initialen Behandlung mit Akrinor® gegenüber 6,63 € bei der initialen Behandlung mit Noradrenalin. Trotz der niedrigeren Medikamentenkosten von Noradrenalin entstehen unter Berücksichtigung der

Personalbindungszeiten höhere Behandlungskosten bei der Behandlung mit dieser Substanz. Die Differenz der beiden Behandlungsmöglichkeiten beträgt 1,45 €. Die durchschnittliche Personalbindungszeit bei der initialen Behandlung mit Akrinor® ist mit 74 Sekunden geringer als die Personalbindungszeit von 215 Sekunden bei der Behandlung mit Noradrenalin. Die Differenz der Personalbindungszeiten bei den beiden verschiedenen Behandlungsprozessen ist auf die Verwendung eines Perfusors® bei der Noradrenalinbehandlung zurückzuführen. Während Akrinor® in eine Spritze aufgezogen und direkt unverdünnt als Bolus verabreicht werden kann, entsteht bei der Vorbereitung eines Noradrenalin-Perfusors® ein zeitlicher Mehraufwand.

Somit konnte gezeigt werden, dass die initiale Behandlung der intraoperativen Hypotonie mit Akrinor® kostengünstiger als die initiale Behandlung mit Noradrenalin ist und, dass die Anwendung der Prozesskostenrechnung im Rahmen des klinischen Prozessmanagements ein geeignetes Instrument für einen Effizienzvergleich alternativer Behandlungsprozesse ist.

In wieweit dieser, zugegebenermaßen nicht sehr große, ökonomische Vorteil in klinische Behandlungspfade sinnvoll Eingang findet, hängt auch davon ab, ob die intraoperative Hypotonie durch die Gabe von Akrinor® nachhaltig hinreichend behandelt ist. Ist dieses nicht der Fall und folgt der Gabe von Akrinor® noch eine weitere Therapie mit Noradrenalin, dann verkehrt sich der ökonomische Vorteil in das Gegenteil. Doch auch dazu gibt die diesseitige Prozesskostenrechnung in Bezug auf den jeweils einzuschlagenden Behandlungsweg Entscheidungshilfen.

Grundsätzlich hat die in dieser Dissertation exemplarisch dargestellte Prozesskostenrechnung zweier alternativer Behandlungsverfahren zur Therapie eines unerwünschten intraoperativen Symptoms gezeigt, dass sich klinische und ökonomische Faktoren durchaus im Sinne eines angemessenen Ressourcenverbrauchs in einem optimierten klinischen Prozessmanagement ergänzen können. Letztlich sind es klinische Behandlungspfade, denen eine steuernde Funktion im Ablauf einer Patientenbehandlung zukommt. Deren Entwicklung erfordert eine Vielzahl von zum Teil noch zu generierender Daten für die Schaffung einer belastbaren Datenbasis, zu der auch ökonomische Faktoren gehören. Erst dadurch wird umfassende Transparenz hergestellt und die Handelnden zu sinnvoller Entscheidungsanalyse sowie –findung befähigt.

10 Abstract

10.1 Objective

Intraoperative hypotension is mainly treated with Akrinor® as a bolus dose or with noradrenaline with the help of a Perfusor® in Germany. The lower purchase price of noradrenaline is accompanied by a time-consuming preparation process. The aim is to draw a comparison from an economic perspective through the exact analysis of the process costs of the two treatment options.

10.2 Methods and results

This is a prospective pharmacoeconomic study. A total of 231 patient cases with 345 measurements from six German hospitals were recorded and evaluated between December 2015 and March 2016. 55.84 % of these cases were initially treated with Akrinor® and 44.16 % were initially treated with noradrenaline. The major difference between the two treatment processes is the different application form of the two medications. The subprocess bolus dose makes up 1,29 € of the total personnel costs per application and the subprocess Perfusor® makes up 6,54 € of the personnel costs. As a result of this process cost analysis the initial treatment with Akrinor® produces total costs of 5,18€ and the initial treatment with noradrenalin produces total costs of 6,63 €. The cost difference of 1,45 € of the two treatment alternatives enables the possibility of cost-reducing process optimization. The average personnel engagement time for the initial treatment with Akrinor® is 74 seconds per case. In contrast, there is an average engagement time of 215 seconds per case for the initial treatment with noradrenalin, if, as usual, the drug is administered by using a Perfusor®.

10.3 Conclusions

The results of this study show that the initial treatment of intraoperative hypotension with Akrinor® is more cost-effective than the initial treatment with noradrenalin and that the application of activity - based costing in the context of clinical process management is a suitable instrument for comparing the efficiency of alternative medical treatment processes.

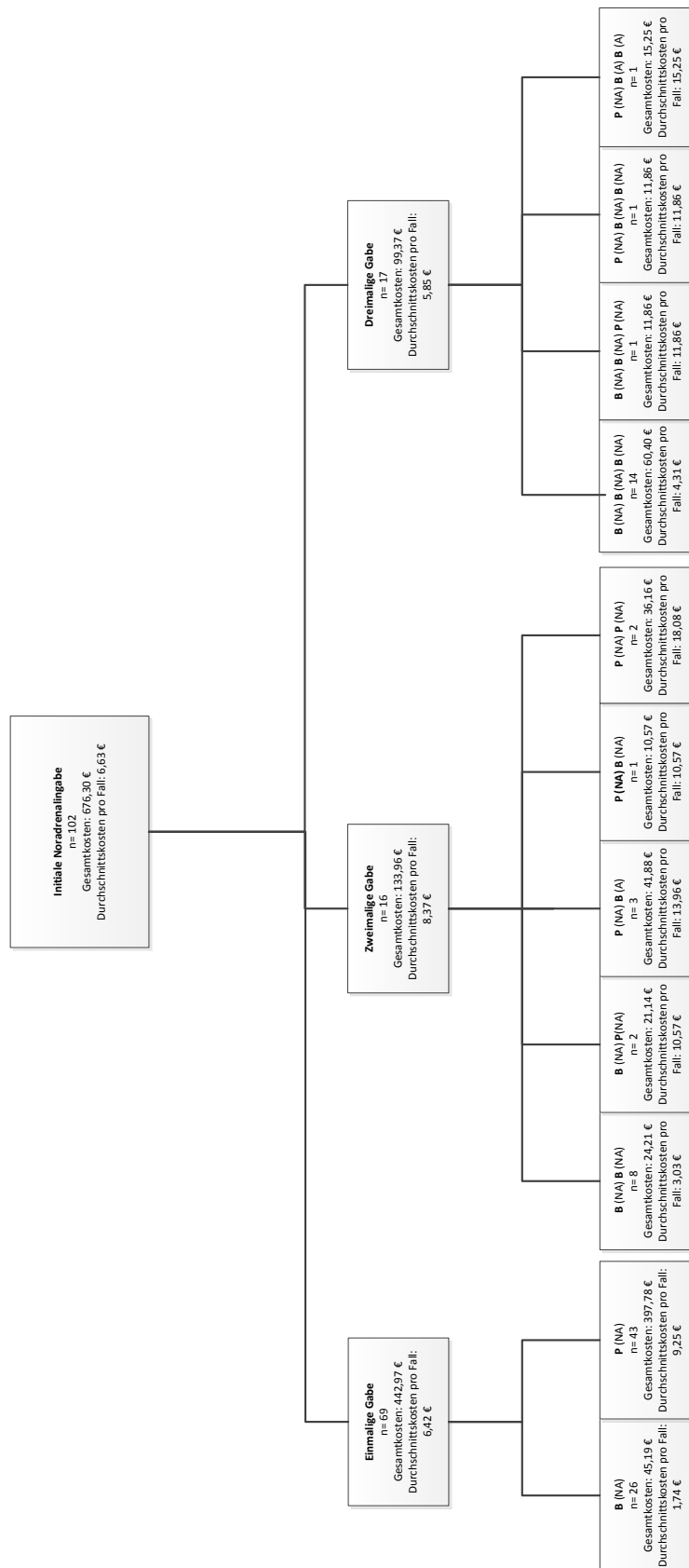
11 Anhang

Abbildung 28: Initiale Noradrenalingabe - Gesamtdarstellung

Sequenzenerhebungsbogen

AKRINOR®/Noradrenalin

Grunddaten

Datum: _____

Name des Krankenhauses: _____

Patientennummer _____

(laufende Nummer der protokollierten Patienten an einem Tag)

Patientendaten

Geschlecht: ☐ männlich ☐ weiblich

Geburtsjahr: _____

Operation (OPS-Code oder Freitext): _____ ASA-Score: _____

Narkose- und Operationsdaten

Einleitung (Uhrzeit): _____

Schnitt (Uhrzeit): _____

Naht (Uhrzeit): _____

Ausleitung (Uhrzeit): _____

Patient verlegt: ☐ in Aufwachraum ☐ Intermitted Care (IMC) ☐ auf Intensivstation

Materialien

Material	Anzahl	Material	Anzahl
Spritze (Einweg)		Perfusor® Spritze	
Kanüle		Perfusor® Leitung	
Noradrenalin Ampulle <input type="checkbox"/> 1 mg/1 ml <input type="checkbox"/> 5 mg/5 ml <input type="checkbox"/> 25 mg/25 ml		NaCl 0,9% <input type="checkbox"/> 10 ml <input type="checkbox"/> 100 ml	
Akrinor® Ampulle		<input type="checkbox"/> 3-Wege Hahn <input type="checkbox"/> Octopus von Vygon	

Tatsächlich verabreichte Medikation

Medikament	Gesamtdosis
AKRINOR®	
Noradrenalin	

Verwendeter Perfusor® für Medikament

☐ kein Perfusor®/Spritzenpumpe

Fabrikat: _____

Modell: _____

Sequenzenerhebungsbogen für die händische AKRINOR® - Bolusgabe

Gabe von AKRINOR®

☐ 2 ml/200 mg (unverdünnt)

☐ 1 ml/20 mg (verdünnt)

☐

Bolus 1:

Ablauf	Aktivität	Aufwand in sec.	
		Pflege	Arzt
1	Vorbereitung von Spritze, Kanüle und Medikament Aufziehen des Medikaments		
2	Verabreichung des Medikaments		
3	Verwurf der Materialien		
4	Besonderheiten / Problemlösung:		

Ggf. Bolus 2:

Ablauf	Aktivität	Aufwand in sec.	
		Pflege	Arzt
1	Vorbereitung von Spritze, Kanüle und Medikament Aufziehen des Medikaments		
2	Verabreichung des Medikaments		
3	Verwurf der Materialien		
4	Besonderheiten / Problemlösung:		

Ggf. Bolus 3:

Ablauf	Aktivität	Aufwand in sec.	
		Pflege	Arzt
1	Vorbereitung von Spritze, Kanüle und Medikament Aufziehen des Medikaments		
2	Verabreichung des Medikaments		
3	Verwurf der Materialien		
4	Besonderheiten / Problemlösung:		

Aufgetretene Besonderheiten / Anmerkungen:

Sequenzenerhebungsbogen für die Anwendung des Noradrenalinperfusors®

Gabe von Noradrenalin

☐ 1 ml/10 mcg (verdünnt)

☐ 1 ml/100 mcg (verdünnt)

☐

Perfusor®

Ablauf	Aktivität	Aufwand in sec.	
		Pflege	Arzt
1	Arrangieren des Perfusors® <input type="checkbox"/> verfügbar im OP <input type="checkbox"/> arrangiert aus anderem Raum		
2	Vorbereitung der Verbrauchsmaterialien (Spritze, Leitung, ...) Aufziehen des Medikaments		
3	Vorbereitung des Perfusors® (Fixierung, Programmierung) Einlegen des Medikaments, Anschließen des Perfusors®, Start der Medikamentengabe		
3a	Für den Anschluss des Perfusors® wird eine zweite Braunüle gelegt:		
4	Bolusgabe mittels Perfusor® intraoperativ oder Einstellungsänderung des Perfusors® (Anpassung der Förderrate):		
5	Besonderheiten / Funktionsausfälle / Problemlösung:		

Aufgetretene Besonderheiten / Anmerkungen:

12 References

- [1] Bach, A., Schmidt, H., Bottiger, B. W., and Motsch, J. 1998. Ökonomische Aspekte in der Anästhesie Teil II: Kostenkontrolle in der klinischen Anästhesie. *Anästhesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie : AINS* 33, 4, 210–231.
- [2] Bauer, K., Hensel, M., Kastrup, M., Krämer, M., Mahlke, I., Schwilk, B., Spies, C., and Volk, T. 2009. Organisatorische Aspekte. In *Anästhesiologie. 316 Tabellen*, E. Kochs, W. Boemke and H. A. Adams, Eds. Thieme, Stuttgart, 1232–1272.
- [3] Bauer, M., Waeschle, R. M., Rüggeberg, J., Meyer, H. J., Taube, C., Diemer, M., and Schuster, M. 2016. The German Perioperative Procedural Time Glossary. A concerted recommendation of the German societies of anaesthesiology, surgery and operating room management. *Anästhesiologie & Intensivmedizin* 57, 669–683.
- [4] Bauer, H., Bartkowski, R. 2009. Auswirkungen auf die Chirurgie. In *Auswirkungen der DRG-Einführung in Deutschland. Standortbestimmung und Perspektiven*, F. Rau, N. Roeder and P. Hensen, Eds. Kohlhammer Verlag, 173–181.
- [5] Behar, B. I., Guth, C., and Salfeld, R. 2016. Die deutschen Krankenhäuser – international auf einem hervorragenden Niveau. In *Modernes Krankenhausmanagement. Konzepte und Lösungen*, B. I. Behar, C. Guth and R. Salfeld, Eds. SpringerLink. Springer Gabler, Berlin, 1–15.
- [6] Behar, B. I., Guth, C., and Salfeld, R., Eds. 2016. *Modernes Krankenhausmanagement. Konzepte und Lösungen*. SpringerLink. Springer Gabler, Berlin.
- [7] Behar, B. I., Guth, C., and Salfeld, R. 2016. Patientenzentrierte Behandlungsabläufe – Schlüssel zu höherer Qualität und besserer Wirtschaftlichkeit. In *Modernes Krankenhausmanagement. Konzepte und Lösungen*, B. I. Behar, C. Guth and R. Salfeld, Eds. SpringerLink. Springer Gabler, Berlin, 127–202.
- [8] Beyer, H.-T. 2017. *Online-Lehrbuch BWL*. <http://www.online-lehrbuch-bwl.de/>.
- [9] Bijker, J. B., van Klei, W. A., Kappen, T. H., van Wolfswinkel, L., Moons, K. G. M., and Kalkman, C. J. 2007. Incidence of intraoperative hypotension as a function of the chosen definition: literature definitions applied to a retrospective cohort using automated data collection. *Anesthesiology* 107, 2, 213–220.
- [10] Bijker, J. B., van Klei, W. A., Vergouwe, Y., Eleveld, D. J., van Wolfswinkel, L., Moons, K. G. M., and Kalkman, C. J. 2009. Intraoperative hypotension and 1-year mortality after noncardiac surgery. *Anesthesiology* 111, 6, 1217–1226.

- [11] Book, M., Jelschen, F., and Weyland, A. 2017. Intraoperative Hypotonie: Pathophysiologie und klinische Relevanz. *Anesthesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie : AINS* 52, 1, 16–27.
- [12] Brabant, S. M., Bertrand, M., Eyraud, D., Darmon, P. L., and Coriat, P. 1999. The hemodynamic effects of anesthetic induction in vascular surgical patients chronically treated with angiotensin II receptor antagonists. *Anesthesia and analgesia* 89, 6, 1388–1392.
- [13] Braun, J.-P., Walter, M., Lein, M., Roigas, J., Schwilk, B., Moshirzadeh, M., Eveslage, K., Rehberg-Klug, B., Hansen, D., and Spies, C. 2005. Klinischer Behandlungspfad "laparoskopische Prostatektomie". Anesthesiologische Prozessanalyse in einer randomisierten Studie. *Der Anaesthesist* 54, 12, 1186–1196.
- [14] Buhr and Klinke. Qualitative Folgen der DRG - Einführung für Arbeitsbedingungen und Versorgung im Krankenhaus unter Bedingungen fortgesetzter Budgetierung. Eine vergleichende Auswertung von vier Fallstudien 2006.
- [15] Busch, H.-P. 2012. *Management-Handbuch für Chefärzte*. Georg Thieme Verlag KG, s.l.
- [16] Busse, R., Tiemann, O., and Schreyögg, J. 2013. Leistungsmanagement in Krankenhäusern. In *Management im Gesundheitswesen. Das Lehrbuch für Studium und Praxis*, R. Busse, J. Schreyögg and T. Stargardt, Eds. Springer Medizin. Springer, Berlin, Heidelberg, 51–76.
- [17] Cheung, C. C., Martyn, A., Campbell, N., Frost, S., Gilbert, K., Michota, F., Seal, D., Ghali, W., and Khan, N. A. 2015. Predictors of intraoperative hypotension and bradycardia. *The American journal of medicine* 128, 5, 532–538.
- [18] Dahlgaard, K. and Stratmeyer, P. 2014. *Fallsteuerung im Krankenhaus. Effizienz durch Case-Management und Prozessmanagement*. Kohlhammer, Stuttgart.
- [19] Destatis, Statistisches Bundesamt. 2017. *Gesundheit. Grunddaten der Krankenhäuser*. <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Gesundheit/Krankenhaeuser/Krankenhaeuser.html>. Accessed 6 January 2018.
- [20] Eberhart, L. H. J. and Bein, B. 2017. Intraoperative Hypotonie: Therapie. *Anesthesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie : AINS* 52, 1, 45–54.
- [21] Emmett, R. S., Cyna, A. M., Andrew, M., and Simmons, S. W. 2002. Techniques for preventing hypotension during spinal anaesthesia for caesarean section. *The Cochrane database of systematic reviews*, 3, CD002251.
- [22] Fletcher, G. C. L., McGeorge, P., Flin, R. H., Glavin, R. J., and Maran, N. J. 2002. The role of non-technical skills in anaesthesia: a review of current literature. *British journal of anaesthesia* 88, 3, 418–429.

- [23] Föllner. 2008. Der Einfluss von Akrinor auf den Tonus von Koronararterien des Schweins in vitro und der zugrunde liegende Mechanismus. Dissertation Medizinische Fakultät Greifswald, 1–78.
- [24] Gamper, G., Havel, C., Arrich, J., Losert, H., Pace, N. L., Mullner, M., and Herkner, H. 2016. Vasopressors for hypotensive shock. *The Cochrane database of systematic reviews* 2, CD003709.
- [25] Greiling, M. and Brinkhaus, M. 2010. *Marktchancen und -risiken in der Gesundheitswirtschaft. Strategien zur Bewertung, Problemlösung und Umsetzung*. Kohlhammer, Stuttgart.
- [26] Heller, A. R., Heger, J., Gama de Abreu, M., and Muller, M. P. 2015. Cafedrine/theodrenaline in anaesthesia: influencing factors in restoring arterial blood pressure. *Der Anaesthetist* 64, 3, 190–196.
- [27] Hug, C. C., JR, McLeskey, C. H., Nahrwold, M. L., Roizen, M. F., Stanley, T. H., Thisted, R. A., Walawander, C. A., White, P. F., Apfelbaum, J. L., and Grasela, T. H. 1993. Hemodynamic effects of propofol: data from over 25,000 patients. *Anesthesia and analgesia* 77, 4, 21-9.
- [28] Jo, Y. Y., Jung, W. S., Kim, H. S., Chang, Y. J., and Kwak, H. J. 2014. Prediction of hypotension in the beach chair position during shoulder arthroscopy using pre-operative hemodynamic variables. *Journal of clinical monitoring and computing* 28, 2, 173–178.
- [29] Kheterpal, S., Khodaparast, O., Shanks, A., O'Reilly, M., and Tremper, K. K. 2008. Chronic angiotensin-converting enzyme inhibitor or angiotensin receptor blocker therapy combined with diuretic therapy is associated with increased episodes of hypotension in noncardiac surgery. *Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia* 22, 2, 180–186.
- [30] Klohr, S., Roth, R., Hofmann, T., Rossaint, R., and Heesen, M. 2010. Definitions of hypotension after spinal anaesthesia for caesarean section: literature search and application to parturients. *Acta anaesthesiologica Scandinavica* 54, 8, 909–921.
- [31] Kulkarni, K. R., Naik, A. G., and Deshpande, S. G. 2016. Evaluation of antihypotensive techniques for cesarean section under spinal anesthesia: Rapid crystalloid hydration versus intravenous ephedrine. *Anesthesia, essays and researches* 10, 3, 637–642.
- [32] Küttner, T., Roeder, N. 2007. Definition Klinischer Behandlungspfade. In *Klinische Behandlungspfade. Mit Standards erfolgreicher arbeiten ; mit 4 Tabellen*, N. Roeder, T. Küttner and K. O. Bergmann, Eds. Dt. Ärzte-Verl., Köln, 17–28.
- [33] Larsen, R. 2013. Kapitel 1 – Narkosetheorien und Wirkmechanismen von Anästhetika. In *Anästhesie*, R. Larsen, Ed. Urban & Fischer, München, 3–8.

- [34] Larsen, R. 2013. Kapitel 15 – Präoperative Einschätzung, Narkoserisiko und Wahl des Anästhesieverfahrens. In *Anästhesie*, R. Larsen, Ed. Urban & Fischer, München, 307–324.
- [35] Larsen, R. 2013. Kapitel 20 – Vorbereitung und Durchführung von Allgemeinanästhesien. In *Anästhesie*, R. Larsen, Ed. Urban & Fischer, München, 481–493.
- [36] Larsen, R. 2013. Kapitel 26 – Überwachung und Monitoring. In *Anästhesie*, R. Larsen, Ed. Urban & Fischer, München, 673–739.
- [37] Larsen, R. 2013. Kapitel 9 – Kardiovaskuläre Medikamente. In *Anästhesie*, R. Larsen, Ed. Urban & Fischer, München, 183–204.
- [38] Lee, T. H., Marcantonio, E. R., Mangione, C. M., Thomas, E. J., Polanczyk, C. A., Cook, E. F., Sugarbaker, D. J., Donaldson, M. C., Poss, R., Ho, K. K., Ludwig, L. E., Pedan, A., and Goldman, L. 1999. Derivation and prospective validation of a simple index for prediction of cardiac risk of major noncardiac surgery. *Circulation* 100, 10, 1043–1049.
- [39] Lowel, H., Meisinger, C., Heier, M., Hymer, H., Alte, D., and Volzke, H. 2006. Epidemiologie der arteriellen Hypertonie in Deutschland. Ausgewählte Ergebnisse bevölkerungsrepräsentativer Querschnittstudien. *Deutsche medizinische Wochenschrift (1946)* 131, 46, 2586–2591.
- [40] Macario, A., Vitez, T. S., Dunn, B., and McDonald, T. 1995. Where are the costs in perioperative care? Analysis of hospital costs and charges for inpatient surgical care. *Anesthesiology* 83, 6, 1138–1144.
- [41] Mende, H. 2009. Prozesszeiten in der Anästhesie - Werkzeuge für ein effizientes OP-Management. *Anesthesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie : AINS* 44, 7-8, 544–547.
- [42] Metzger, F. 2004. *DRGs für Einsteiger. Lösungen für Kliniken im Wettbewerb ; mit 10 Tabellen und einem tabellarischen Anhang mit einem Auszug aus dem Fallpauschalen-Katalog*. Wiss. Verl.-Ges, Stuttgart.
- [43] Michael Simon. 2013. DAS DEUTSCHE DRG-SYSTEM Grundsätzliche Konstruktionsfehler. Knapp zehn Jahre nach Einführung des DRG-Systems in Deutschland wird deutlich: Die Entwicklung des Versorgungsangebots im stationären Sektor darf nicht allein den unkalkulierbaren Wirkungen eines reinen Preissystems überlassen werden. *Deutsches Ärzteblatt*; 110(39): A 1782–6.
- [44] Middeke, M. 2005. *Arterielle Hypertonie. Empfohlen von der Deutschen Hochdruckliga/Deutsche Hypertonie Gesellschaft*. Referenz-Reihe Kardiologie RRK. Thieme, Stuttgart.

- [45] Monk, T. G., Saini, V., Weldon, B. C., and Sigl, J. C. 2005. Anesthetic management and one-year mortality after noncardiac surgery. *Anesthesia and analgesia* 100, 1, 4–10.
- [46] Morris, C. H. and Leung, Y. K. 2006. Pilot mental workload: how well do pilots really perform? *Ergonomics* 49, 15, 1581–1596.
- [47] Olshagen, C. 1995. *Prozesskostenrechnung. Aufbau und Einsatz*. Krp-Edition. Gabler, Wiesbaden.
- [48] P. Hammels, A. W. 2012. Hämodynamische Effekte von Akrinor bei Anästhesie-assoziiierter Hypotension. *Anästhesie & Intensivmedizin* ;53:S270.
- [49] Palmer, J. S., Worwag, E. M., Conrad, W. G., Blitz, B. F., and Chodak, G. W. 1996. Same day surgery for radical retropubic prostatectomy: is it an attainable goal? *Urology* 47, 1, 23–28.
- [50] Piper, H. M. 2011. Kapitel 25: Herzerregung. In *Physiologie des Menschen. Mit Pathophysiologie*, R. F. Schmidt, F. Lang and M. Heckmann, Eds. Springer-Lehrbuch. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 517–538.
- [51] Pohl, A. and Cullen, D. J. 2005. Cerebral ischemia during shoulder surgery in the upright position: a case series. *Journal of clinical anesthesia* 17, 6, 463–469.
- [52] Ratiopharm. 2017. *Fachinformation Akrinor*. http://www.ratiopharm.de/assets/products/label/Akrinor%C2%AE%20200%20mg_2%20ml%20%2B%2010%20mg_2%20ml%20Injektionsl%C3%B6sung.pdf. Accessed 26 February 2017.
- [53] Redel, A. and Schwemmer, U. 2008. Perioperative Modifikation der Dauermedikation bei kardiovaskulären, pulmonalen und metabolischen Erkrankungen. *Anesthesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie : AINS* 43, 2, 144–154.
- [54] Reich, D. L., Hossain, S., Krol, M., Baez, B., Patel, P., Bernstein, A., and Bodian, C. A. 2005. Predictors of hypotension after induction of general anesthesia. *Anesthesia and analgesia* 101, 3, 622-8, table of contents.
- [55] Reinhold, T., Thierfelder, K., Müller-Riemenschneider, F., and Willich, S. N. 2009. Gesundheitsökonomische Auswirkungen der DRG-Einführung in Deutschland--eine systematische Übersicht. *Gesundheitswesen (Bundesverband der Ärzte des Öffentlichen Gesundheitsdienstes (Germany))* 71, 5, 306–312.
- [56] Roeder, N. and Rochell, B. G-DRG-System - Anpassungsnotwendigkeiten aus medizinischer Sicht. In *Klauber (Hg.) 2004 – Schwerpunkt: G-DRGs im Jahre 1*, 69–100.
- [57] Roland Berger Strategy Consultants. 2015. Aktuelle Diagnose und Therapie der wirtschaftlichen Misere deutscher Krankenhäuser.

- [58] Saager, Greewald, Kelley, Schubert, and Sessler. 2009. Vasopressors may reduce mortality associated with a "triple low" of low blood pressure, BIS, and MAC. *ASA Abstracts*.
- [59] Sanofi aventis. 2017. *Fachinformation Arterenol*. <http://mehtec.com/mehtec/assets/arterenol.pdf>. Accessed 26 February 2017.
- [60] Schmola, G. 2014. *Grundlagen des Krankenhausmanagements. Betriebswirtschaftliches und rechtliches Basiswissen*. Kohlhammer Verlag, Stuttgart.
- [61] Schuster, M., Standl, T., Wagner, J. A., Berger, J., Reimann, H., and Am Esch, J. S. 2004. Effect of different cost drivers on cost per anesthesia minute in different anesthesia subspecialties. *Anesthesiology* 101, 6, 1435–1443.
- [62] Sessler, D. I., Sigl, J. C., Kelley, S. D., Chamoun, N. G., Manberg, P. J., Saager, L., Kurz, A., and Greenwald, S. 2012. Hospital stay and mortality are increased in patients having a "triple low" of low blood pressure, low bispectral index, and low minimum alveolar concentration of volatile anesthesia. *Anesthesiology* 116, 6, 1195–1203.
- [63] Sternitzke, N., Schieffer, H., and Bette, L. 1975. Der Einfluss von Akrinor auf die Herz-Kreislauf-Dynamik vor und nach Blockade der adrenergen Betarezeptoren durch Propranolol. *Zeitschrift für Kardiologie* 64, 5, 419–430.
- [64] Taffe, P., Sicard, N., Pittet, V., Pichard, S., and Burnand, B. 2009. The occurrence of intra-operative hypotension varies between hospitals: observational analysis of more than 147,000 anaesthesia. *Acta anaesthesiologica Scandinavica* 53, 8, 995–1005.
- [65] Tawfik, M. M., Hayes, S. M., Jacoub, F. Y., Badran, B. A., Gohar, F. M., Shabana, A. M., Abdelkhalek, M., and Emara, M. M. 2014. Comparison between colloid preload and crystalloid co-load in cesarean section under spinal anesthesia: a randomized controlled trial. *International journal of obstetric anesthesia* 23, 4, 317–323.
- [66] Thwaites, A., Edmonds, S., and Smith, I. 1997. Inhalation induction with sevoflurane: a double-blind comparison with propofol. *British journal of anaesthesia* 78, 4, 356–361.
- [67] Walsh, M., Devereaux, P. J., Garg, A. X., Kurz, A., Turan, A., Rodseth, R. N., Cywinski, J., Thabane, L., and Sessler, D. I. 2013. Relationship between intraoperative mean arterial pressure and clinical outcomes after noncardiac surgery: toward an empirical definition of hypotension. *Anesthesiology* 119, 3, 507–515.
- [68] Welker A., e. a. 2009. Analyse der IST-Kosten Anästhesie in deutschen Krankenhäusern. Bezugsjahr 2007. *Anästhesiologie & Intensivmedizin* 50, 745–750.
- [69] Wetsch, W. A., Hinkelbein, J., and Spöhr, F. 2014. *Kurzlehrbuch Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie*. Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart.

- [70] Weyland, A. and Grüne, F. 2013. Intraoperative Hypotension – Pathophysiologie und Konsequenzen. *Anästhesiologie & Intensivmedizin* 54, 381–390.
- [71] Wickham, A., Highton, D., and Martin, D. 2016. Care of elderly patients: a prospective audit of the prevalence of hypotension and the use of BIS intraoperatively in 25 hospitals in London. *Perioperative medicine (London, England)* 5, 12.
- [72] Wöhe, G. and Döring, U. 2013. *Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre*. Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. Verlag Franz Vahlen, München.
- [73] Zapp, W. and Aleff, G., Eds. 2002. *Prozessgestaltung im Krankenhaus*. Wirtschaft in der Praxis. Economica-Verl., Heidelberg.

13 Verzeichnis der akademischen Lehrer

Meine akademischen Lehrer waren die Damen und Herren aus Marburg:

Adamkiewicz, Adarkwah-Yiadom, Balz, Barth, Bartsch, Bauer, Baum, Becker A., Becker S., Bender, Berger, Bertoune, Bette, Bien, Bösner, Bonaterra, Braun, Brehm, Bücking, Burchert, Cetin, Czubayko, Daut, Decher, del Rey, Dettmeyer, Dodel, Donner-Banzhoff, Duda, Eberhart, Fendrich, Feuser, Frink, Fritz, Fuchs-Winkelmann, Geks, Göbert, Görg, Gress, Grosse, Grundmann, Hegele, Hertl, Hildebrand, Höffken, Hofmann, Holst, Hoyer, Hundt, Jerrentrup, Kalder, Kampmann, Kann, Kanngießer, Kim-Berger, Kinscherf, Kircher, Kirschbaum, Köhler U., Köhler S., König, Kolb-Niemann, Koolmann, Krieg, Kruse, Kühnert, Leonhardt, Lill, Lohoff, Luster, Mahnken, Maier, Maisner, Milani, Mirow, Moll, Moosdorf, Mueller, Mutters, Neubauer, Neumüller, Nimsky, Oberkircher, Oberwinkler, Oertel, Oliver, Opitz, Pagenstecher, Pankuweit, Patrascan, Peter, Peterlein, Pfützner, Plant, Preisig-Müller, Printz, Quint, Reese, Renz, Rost, Rothmund, Ruchholtz, Rust, Sahmland, Schäfer, Schieffer, Schmeck, Schu, Schütz, Schwarz, Seipelt, Seitz, Sekundo, Sevinc, Sommer, Steininger, Stuck, Suske, Tackenberg, Thieme, Timmermann, Timmesfeld, Vogelmeier, Wagner, Weihe, Westermann, Wilhelm, Worzfeld, Wrocklage, Wulf, Zemlin.

14 Danksagung

Hiermit möchte ich allen danken, die mich während der Erstellung meiner Dissertation unterstützt haben.

An erster Stelle sei hier Herr PD Dr. med. W. Höltermann genannt. Ich bin ihm zu sehr großem Dank verpflichtet, da er mir stets zuverlässig und kompetent von Beginn der Arbeit bis zur Fertigstellung zur Seite stand. Seine freundliche und motivierende Art hat neben seiner großen fachlichen Kompetenz maßgeblich zum Erfolg dieser Arbeit beigetragen. Er hat mich an das wissenschaftliche Arbeiten herangeführt und war mir mit seinen vielen Hilfestellungen ein sehr guter und ausdauernder Lehrer. Auch die Möglichkeit und Unterstützung bei der Datenerhebung in seiner Abteilung hat wesentlich zum Ergebnis dieser Untersuchung beigetragen.

Weiterhin möchte ich Thilo Koch aus der Abteilung für Anästhesie und Intensivtherapie in Marburg recht herzlich danken. Er hat mich insbesondere zu Beginn der Arbeit stark unterstützt und war mir in der strategischen Planung ein wichtiger Betreuer und Lehrer. Weiterhin gilt an dieser Stelle auch ein Dank an Prof. Eberhart für seine Unterstützung und das Engagement bei der Durchführung der Dissertation.

Ebenso möchte ich mich bei Stefan Nardi-Hiebl für die Zusammenarbeit bedanken, der mir bei der Durchführung der Datenerhebung stets zur Seite stand. Durch seine Kontakte zu verschiedenen Kliniken hat er eine große Datenerfassung ermöglicht. Ferner war er mir bei der statistischen Auswertung eine sehr große Hilfe. Die gute Zusammenarbeit und seine konstruktiven Hilfestellungen während der Datenerhebung erwiesen sich als unerlässlich.

Ein besonderer Dank gilt selbstverständlich auch den ärztlichen und pflegerischen Mitarbeitern in den an der Datenerfassung beteiligten Kliniken. Vielen Dank für die Unterstützung und zuverlässige Zusammenarbeit und das Engagement jedes einzelnen.

Letztendlich möchte ich die Gelegenheit nutzen, mich auch bei meinen Freunden und Bekannten, die mich stets im Hinblick auf die Erstellung der Dissertation unterstützt und motiviert haben, zu bedanken. Besonders Michael Kraft stand mir in betriebswirtschaftlichen Fragen stets zur Seite.

Auch meiner Familie möchte ich einen herzlichen Dank für die sowohl fachliche als auch liebevolle und unermüdliche Unterstützung aussprechen. Sie unterstützten mich bei wirtschaftlichen Fragestellungen, bei EDV Problemen jeglicher Art und bei der Korrektur der Arbeit. Ich danke für die stetige Motivation, Ausdauer und den besonderen Rückhalt, den sie stets für mich aufbringen.